SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

PARIS. — TYPOGRAPHIE A. HENNUYER, RUE DARCET, 7.

A 673
Ser. 2
V. 6
1888
SI

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE
ÉVOLUTION DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

HENRI DE LACAZE-DUTHIERS

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE
(Académie des sciences)
PROFESSEUR D'ANATOMIE COMPARÉE ET DE ZOOLOGIE A LA SORBONNE
(Faculté des sciences)
FONDATEUR ET DIRECTEUR DES LABORATOIRES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE
DE ROSCOFF (FINISTÈRE)
ET DE LA STATION MARITIME DE BANYULS-SUR MER (PYRÉNÉES-ORIENTALES)
(Laboratoire Arago)

DEUXIÈME SÉRIE

TOME SIXIÈME

1888

PARIS

LIBRAIRIE DE C. REINWALD

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

Tous droits réservés.

DM 21. 21887

NOTES ET REVUE.

I

CONTRIBUTION A L'EMBRYOLOGIE NORMALE ET TÉRATOLOGIQUE DES ASCIDIES SIMPLES,

Par L. Chabry.

Ce travail de M. Chabry, fort intéressant par les résultats qu'il contient, est surtout remarquable par la précision des idées mécaniques de l'auteur et par l'originalité de ses vues et de ses méthodes.

Il est divisé en trois parties : la première est consacrée à l'exposition d'une technique particulière pour la fabrication des monstres et l'observation des embryons, la seconde est une contribution à l'embryologie de l'*Ascidia aspersa* (O. F. M.); la troisième partie est une étude de la tératologie spéciale de cet animal jointe à de nombreuses considérations sur la tératologie générale.

En ce qui concerne l'embryologie normale, le type évolutif de l'*A. aspersa* se rapproche beaucoup de celui de l'*A. mamillata* décrit par Kovalevsky. Cette monographie qui contient un certain nombre de points nouveaux, notamment en ce qui concerne la parité primitive des organes des sens, ne constituant pas la partie essentielle et originale de ce travail, je n'en ferai pas l'analyse. La première et la troisième partie de ce mémoire en contiennent véritablement le principal intérêt.

Un grand nombre d'œufs d'Ascidie présentent, à la fin de l'été, des anomalies de la segmentation, telles par exemple, que des soudures des blastomères, des divisions irrégulières, la mort de certaines cellules. Ces œufs mis en culture ne donnent que des larves monstrueuses. Un matériel intéressant était donc offert pour des recherches de tératogénie, car le plus grand nombre des observations de monstruosités que la science possède n'ont été faites que sur des individus arrivés à un degré notable de développement, tandis que la transparence de l'œuf d'Ascidie permet de suivre la monstruosité dans tous ses états successifs. De ses nombreuses observations sur les débuts de la monstruosité, l'auteur tire les conclusions suivantes : les processus tératologiques qui ont été décrits jusqu'à ce jour concernent des organes ou, tout au moins, les feuillets blastodermiques (qui ne sont du reste que des organes très primitifs) et, chez tous les monstres connus, l'anomalie ne paraît s'établir qu'à une époque relativement avancée de l'évolution. Le monstre est par suite composé d'organes monstrueux, mais de cellules normales. Par opposition à cette classe de monstres, ceux que présentent les Ascidies sont au contraire caractérisés par une précocité irrégulière; ils sont monstres avant

de présenter ni organes ni feuillets blastodermiques ; ils sont monstres, alors qu'ils ne sont formés que de quelques cellules, voire même de deux blastomères seulement. Dès ce stade la monstruosité est anatomiquement caractérisée et présente dans la suite une évolution parfaitement déterminée. A côté des processus tératologiques anciennement connus, qui frappent des organes (atrophie, hypertrophie, soudure, multiplication, ectopie, etc.), il en est donc d'autres qui portent sur les éléments cellulaires eux-mêmes, sur les premiers blastomères de la segmentation. Voici pour l'*Ascidia aspersa* la liste des plus fréquents de ces processus cellulaires hémitériques :

1° *Déviation d'un plan de segmentation.* — La segmentation normale de l'*A. aspersa* n'affecte pas ces allures géométriques à symétries multiples qu'on rencontre dans beaucoup d'espèces, mais elle n'en possède pas moins un type absolument déterminé et constant. Chaque stade de la segmentation a une anatomie normale parfaitement définie, si on considère la grosseur, la forme et les rapports des divers blastomères. En particulier chaque nouvelle facette de segmentation doit traverser chaque cellule suivant une orientation déterminée et, si cette orientation est changée, il en résulte une anomalie qui bien que légère en apparence conduit cependant à la formation d'un monstre.

2° *Segmentation retardée.* — Quelquefois une cellule ne se segmente pas au temps voulu, les autres continuant leur évolution. Il ne s'agit là que d'un retard et après quelque temps la cellule retardataire se divise à son tour, mais il n'en résulte pas moins une formation monstrueuse.

3° *Segmentation bornée au noyau.* — L'anomalie consiste en ce qu'un blastomère se divise dans son noyau et non dans son corps cellulaire ; il se forme ainsi des cellules polynucléaires. Dans un cas très irrégulier, la segmentation paraît d'abord normale, mais elle est en réalité incomplète pour le corps cellulaire, dont les deux moitiés demeurent réunies par un isthme de protoplasme extrêmement mince (1 à 2 μ). Par l'intermédiaire de cet isthme, la soudure des corps cellulaires s'effectue d'une manière complète. Durant l'existence de l'isthme, si on tue l'un des blastomères (par un moyen indiqué plus loin), la mort se propage à l'autre blastomère en suivant l'isthme.

4° *Segmentation nulle.* — Certains blastomères ne se segmentent pas et les autres poursuivent leur évolution en donnant des monstres.

5° *Soudure des cellules.* — Il y a coalescence des corps cellulaires de blastomères depuis longtemps différenciés, il se forme ainsi des monstres à cellules polynucléées par un processus un peu différent de celui signalé plus haut.

6° *Migration des blastomères.* — Les migrations ou déplacements des blastomères sont, à l'état normal, peu marqués chez les Ascidies (ils sont considérables dans les Hétéropodes par exemple). A titre anormal, ces glissements s'exagèrent et déterminent des monstruosités. L'auteur fait connaître la cause très probable de ces mouvements et indique un moyen de les reproduire expérimentalement par l'étirage des œufs dans une filière.

7° *Mort des cellules.* — L'anomalie la plus considérable qui puisse survenir spontanément consiste dans la mort d'un ou plusieurs blastomères qui deviennent opaques et mous, tandis que les cellules voisines continuent leur évolution. Comme les précédentes, cette anomalie peut survenir à n'importe quel

stade, frapper un ou plusieurs blastomères, se cumuler avec d'autres, etc. L'auteur, étant parvenu à la reproduire expérimentalement, consacre à son étude la troisième partie de son travail ; nous reviendrons donc plus loin sur ce sujet.

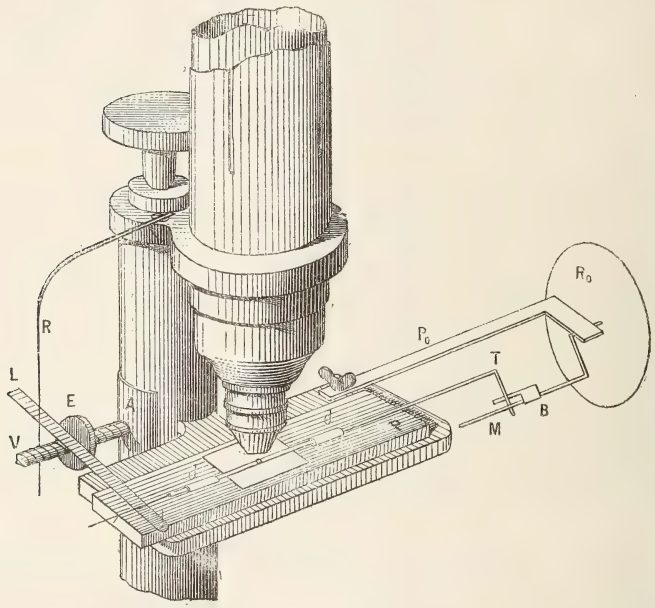
Telles sont les sept hémitéries communes qui frappent l'œuf d'Ascidie en voie de segmentation ; ces processus considérés en eux-mêmes ne sont pas d'essence nécessairement tératogénique, car ils appartiennent à l'évolution normale d'autres espèces : par exemple la soudure de blastomères se rencontre normalement dans la *Nassa mutabilis* (Bobretzki), leur migration chez les Hétéropodes, etc. Or, de même qu'un de ces processus anatomiques est normal ou monstrueux, selon l'espèce que l'on considère, de même il peut encore être indifférent, et la *Renilla reniformis* compte ainsi jusqu'à huit modes normaux de segmentation décrits par Wilson. Ces huit modes normaux se rapportent chez l'Ascidie à l'anomalie de la troisième espèce, c'est-à-dire à la segmentation bornée au noyau, laquelle n'est chez la *Renilla* un fait ni normal, ni anormal, mais simplement indifférent. Il est vraisemblable que l'orientation des facettes de segmentation est de même indifférente dans beaucoup d'espèces.

Je ne puis que mentionner brièvement les réflexions de l'auteur sur le nombre des monstres, leurs variétés, leur classification, leur origine, etc. Chez l'*A. aspersa* chacun des huit processus hémitériques fondamentaux peut frapper un ou plusieurs blastomères et coïncider avec d'autres processus anormaux, d'où résulte une extraordinaire variété de formes tératologiques rendant toute *classification* naturelle impossible, mais n'excluant pas les *méthodes*. A ne considérer qu'un seul processus, la mort d'une cellule, qui peut être expérimentalement provoquée, il existe déjà pour un œuf segmenté en huit blastomères 65 363 manières d'être monstrueuses, car il y a tout autant de manières de répartir la lésion sur une à huit cellules. Ce dénombrement suppose essentiellement que chaque cellule a une valeur morphologique distincte et c'est ce que l'auteur établit par les expériences de la troisième partie.

La recherche des causes de la monstruosité, l'explication physique des migrations des cellules, de leur forme, de leurs annexions variables, fournissent l'objet d'autant d'alinéas qu'il est impossible d'analyser succinctement, mais où se trouvent des expériences et des réflexions qui précisent d'une manière utile l'idée qu'on peut se faire de ces phénomènes. Pour cette étude comme pour celle de la *tératologie spéciale* de l'*A. aspersa*, je suis obligé de renvoyer au mémoire original. Les faits qui nous restent à analyser et qui constituent la troisième partie se rapportent aux monstres par sphacèle qui peuvent être reproduits expérimentalement par un procédé dont voici le principe. La mort d'une cellule s'obtient par la piqûre du corps cellulaire ; les difficultés techniques à résoudre étaient les suivantes : trouver des aiguillons assez fins, les manier avec précision, immobiliser l'œuf pendant l'opération. La matière de l'aiguillon est un long fil de verre très fin dont on arme l'extrémité d'une pointe acérée par un étirage spécial sur un thermo-cautère ; cette pointe, difficile à obtenir, conserve son caractère, même vue à de forts gros-

sissements. L'immobilisation de l'œuf est obtenue en l'introduisant par aspiration dans un tube de verre capillaire dont le diamètre interne égale le sien propre. Ce tube porte-objet T, monté sur un bâti spécial P, de manière à pouvoir tourner autour de son axe, permet en outre de retourner l'œuf en tous sens sous l'œil de l'observateur, dans le champ du microscope en s'aidant d'une roue de commande Ro fixée par la potence Po à la platine du microscope.

L'aiguillon de verre introduit dans le tube capillaire (qui lui sert de guide) est poussé à l'encontre de l'œuf à l'aide d'un levier L qui en mesure exactement la course. Ce levier est mû par un ressort R qui lui communique une vitesse convenable et il est arrêté dans sa course par un buttoir E. Ce buttoir



est un écrou mobile sur la vis micrométrique V fixée au corps du microscope; en le reculant plus ou moins on détermine la pénétration plus ou moins profonde de l'aiguillon dans l'intérieur de l'œuf. (Dans la figure, l'aiguillon n'est pas indiqué par une lettre spéciale, mais on voit qu'il croise le levier avec lequel il s'articule avant de pénétrer dans le capillaire porte-objet.) La piqûre d'une cellule s'effectue sous l'œil de l'observateur dans le champ du microscope avec autant de sécurité qu'une dissection ordinaire.

Il y a à distinguer dans les effets obtenus ceux qui concernent le blastomère touché et ceux qui concernent les autres cellules. La cellule piquée devient soudainement granuleuse et meurt par le contact de l'eau de mer, qui mouille l'aiguillon. Le traumatisme est mortel, si léger qu'il soit, mais les cellules

d'œufs appartenant à d'autres espèces sont beaucoup moins sensibles et doivent être piquées plusieurs fois et au besoin avec un dard empoisonné. Les blastomères non atteints de l'œuf d'*A. aspersa* continuent à se développer et donnent une larve incomplète. La destruction d'un blastomère déterminé entraîne le manque d'un organe déterminé (œil, otolithe, papille de fixation, atrium, etc.), d'où la conclusion que les organes sont en puissance, chacun dans un ou plusieurs blastomères spéciaux et que ceux-ci ont des valeurs morphologiques différentes, c'est-à-dire ne pouvant se suppléer entre eux. Cette conclusion importante ne doit pas du reste être généralisée à toutes les espèces et même pour l'*A. aspersa* demande quelques restrictions.

L'expérience montre en effet, sinon la suppléance des blastomères, au moins l'apparition inopinée d'organes nouveaux. Par exemple l'œil est contenu normalement en puissance dans le blastomère antérieur droit d'un œuf formé de quatre cellules; si on détruit ce blastomère, l'œil fait défaut, mais quelquefois il s'en développe un autre aux dépens du blastomère antérieur gauche, c'est-à-dire aux dépens du blastomère symétrique de celui qui a été détruit. L'auteur interprète hypothétiquement ce résultat comme la restitution, par un atavisme expérimental, de l'œil gauche qui a normalement disparu dans les larves d'Ascidie de cette espèce, mais qui existe sur plusieurs autres. D'autres problèmes aussi intéressants que celui-ci sont encore soulevés par les résultats divers des traumatismes cellulaires et seront, nous l'espérons, résolus par la patiente application de cette nouvelle méthode.

II

PROCÉDÉ POUR TUER EN ÉTAT D'EXTENSION LES ANIMAUX CONTRACTILES.

Les naturalistes qui travaillent au bord de la mer savent combien il est difficile d'avoir, pour les collections, des animaux contractiles dans un état d'épanouissement suffisant pour faire comprendre l'aspect des individus vivants d'après celui de l'individu conservé. Pour mon compte, j'ai employé la plupart des réactifs connus, y compris des anesthésiques tels que le chloral, le chloroforme, la cocaïne, et, sauf dans quelques cas spéciaux, j'ai rarement obtenu de bons résultats. Puis, ces opérations sont d'une très grande délicatesse et nécessitent une attention minutieuse, soutenue, que l'on n'a pas toujours le loisir de leur accorder. Du reste, le but à atteindre est non seulement de tuer les animaux en extension, mais encore de leur faire subir la série des traitements nécessaires pour fixer les éléments des tissus et les rendre propres aux études histologiques. Après beaucoup de tâtonnements, je suis arrivé à obtenir en partie le résultat cherché, par un procédé connu depuis fort longtemps déjà, mais quelque peu tombé en désuétude; ce procédé est commode, très simple, et il est facile de l'appliquer partout.

Au point de vue qui m'occupe, les animaux contractiles peuvent être divisés

en ceux qui se contractent rapidement, tels que les Actinies, les Ascidies, les Holothuries, les Hydraires, les Bryozoaires, etc., et ceux qui se contractent lentement, tels que les Alcyons, les Vérétilles, etc.

Pour ces derniers, de beaucoup les moins nombreux, le mieux est encore de les enlever du cristallisoir rempli d'eau de mer où ils sont placés et de les plonger brusquement dans un réactif fixateur intense, la quantité de ce réactif étant assez grande pour que les individus y soient baignés en entier. On peut se servir à cet effet de l'acide cristallisable pur, indiqué par M. Ed. Beneden; mais je me suis mieux trouvé d'une liqueur dont voici la formule :

Solution saturée de sublimé corrosif dans l'eau distillée.....	3
Acide acétique cristallisable.....	1

Cette liqueur se conserve sans aucune altération.

Les animaux, immergés brusquement, sont tués instantanément; les zooïdes des Alcyons et des Vérétilles n'ont pas le temps de se rétracter, pas plus du reste que l'ensemble de la colonie. On laisse baigner les individus pendant plusieurs minutes, de cinq à vingt ou vingt-cinq suivant leur taille, afin de permettre au réactif de pénétrer partout et de fixer les éléments des tissus; on lave à l'eau douce pour enlever l'excès de réactif. On trempe ensuite pendant deux ou trois heures dans l'alcool à 45 degrés, qui enlève les dernières traces de sublimé, puis dans l'alcool à 60 degrés, l'alcool à 70 degrés, et en dernier lieu l'alcool à 80 degrés, dans lequel on conserve. Lorsqu'il s'agit d'études histologiques, on achève le durcissement des objets à couper en les transportant dans l'alcool à 90 degrés et l'alcool absolu.

On peut, dans la formule de cette liqueur, diminuer la quantité d'acide acétique, suivant la nature des études, car cet acide exerce parfois une action dissolvante plus ou moins intense sur certaines substances conjonctives intercellulaires. Des remarques analogues doivent être faites pour des recherches sur les noyaux des cellules.

Ce procédé donne aussi de bons résultats lorsqu'on l'applique à des colonies d'Hydraires et de Bryozoaires; ces résultats sont comparables à ceux obtenus par M. Ed. van Beneden en employant l'acide acétique cristallisable pur.

Mais lorsqu'il s'agit d'animaux qui se contractent rapidement (Actinies, Ascidies, etc.), je me sers, pour tuer les individus en état d'extension, de l'alun ordinaire. On place ces individus dans des cristallisoirs, avec une quantité d'eau suffisante pour leur permettre de s'étaler; et lorsqu'ils sont bien épanouis, on dépose doucement, à côté d'eux, sur le fond du cristallisoir, quelques cristaux d'alun. Ces derniers se dissolvent lentement, l'alun se mélange peu à peu à l'eau et tue doucement les animaux en expérience sans les faire se rétracter. Plusieurs heures sont nécessaires pour que l'opération soit achevée; lorsque les individus sont morts et ne répondent plus aux excitations, on les brosse avec un pinceau simple pour enlever le précipité blanchâtre formé par l'alun, on les lave soigneusement à l'eau douce et on les fixe avec un réactif convenable; pour ma part, je préfère aux autres réactifs fixateurs les solutions aqueuses de sublimé et la liqueur dont la formule est

indiquée ci-dessus, car elles n'altèrent pas trop les formes et les couleurs des animaux. On lave de nouveau à l'eau pour enlever les dernières traces d'alun et de l'agent fixateur, puis on traite par la série des alcools.

Autant que possible, il est bon d'opérer sur un assez grand nombre d'individus, car, dans la quantité, il s'en trouve toujours de moins contractés que les autres, et ce sont eux que l'on choisit. Il vaut mieux déposer des cristaux d'alun dans le fond du cristallisoir que faire arriver doucement par un tube effilé une solution de ce sel, car, dans ce dernier cas, il se produit toujours des courants qui, malgré leur faiblesse, contrarient les animaux et les portent à se rétracter; aussi, les résultats obtenus sont-ils plus mauvais. Une observation importante est de laisser le moins possible dans les réactifs fixateurs les types qui doivent servir à une collection de musée, car ces réactifs altèrent toujours les couleurs et les détruisent souvent. Louis Roule.

III

RECHERCHES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES SUR LES INFUSOIRES CILIÉS,

Par Fabre-Domergue.

(*Annales des sciences naturelles, Zoologie*, 7e série, t. V, 1888, p. 1-140.)

Dans une première partie l'auteur étudie sept espèces d'Infusoires ciliés qui lui ont présenté des détails d'organisation intéressants. Ces espèces sont: *Prorodon niveus, Cyrtostomum leucas*, *Ophryoglena atra* et *flava, Plagyopyla fusca, Balantidium elongatum* et *Monodinium Balbianii.*

La seconde partie du travail est consacrée à l'étude de quelques points d'anatomie et de physiologie envisagés d'une façon générale.

1° *Constitution anatomique.*— Considérés jusqu'à ces dernières années comme des êtres parfaitement simples, uniquement constitués par une matière homogène, le sarcode, les Infusoires laissent voir cependant, lorsqu'on les examine de plus près et avec les ressources de la technique moderne, une grande complexité d'organisation. Sous l'action de certains réactifs et même, chez certaines espèces, sur le vivant (*Cyrtostomum*), l'on reconnaît que le protoplasma se compose de deux substances intimement unies: l'une solide, réticulée, douée de contractilité, le *hyaloplasma ;* l'autre liquide, homogène, non contractile, le *paraplasma.* Le paraplasma remplit les mailles du réseau formé par le hyaloplasma.

De la proportion relative de ces deux substances dans les diverses parties de l'être dépendent les différenciations mêmes du corps. L'ectoplasma ou couche périphérique est formé par une condensation du hyaloplasma autour de l'Infusoire. Le paraplasma prend au contraire une importance beaucoup plus importante dans l'endoplasme et prédomine d'autant plus que celui-ci

est plus fluide, plus mobile et moins dense. Chez les espèces qui possèdent un endoplasme très peu dense, les aliments sont soumis à un mouvement de cyclose perpétuel et toujours dans le même sens, cyclose due aux contractions des fibres du reticulum hyaloplasmique ; à mesure que la densité de l'endoplasme augmente, nous y trouvons une tendance à s'ouvrir devant les bols alimentaires suivant une direction constante représentée par une ligne plus ou moins sinueuse allant de la bouche à l'anus (*Oxytrichés*, *Balantidium Didinium*).

La vésicule contractile, toujours fixe, gît dans la couche la plus interne de l'ectoplasme. Chez certaines espèces (*Cyrtostomum*), elle communique avec un système de vaisseaux contractiles, anastomosés, gisant également sous l'ectoplasme et entourant le corps comme d'un filet. Toutefois, chez des espèces à vésicule contractile simple, l'action des réactifs démontre une tendance de la couche sus-ectoplasmique à se creuser des canalicules anastomosés semblables à ceux que l'on voit sur le vivant chez le Cyrtostomum.

Le hyaloplasma, étant seul doué de contractilité, peut, en s'organisant, en se condensant longitudinalement en ectoplasme, donner naissance à un système de fibres contractiles dont la puissance d'action maxima est, par le fait même de leur forme, dans le sens de leur longueur. Seules les espèces douées d'un ectoplasme longitudinalement condensé, jouissent de la propriété de se contracter brusquement.

2° *Enkystement.* — Ce phénomène, contrairement à ce que l'on admettait jusqu'ici, n'est point commun à tous les Infusoires ciliés. Certaines espèces ne s'enkystent jamais. La membrane du kyste, perméable à l'eau, possède des propriétés dyalitiques et s'oppose à la pénétration de certaines substances. Chez le kyste plongé dans l'eau, la vie n'est que ralentie, l'animal s'usant peu à peu par une véritable autophagie ; chez le kyste desséché, au contraire, il y a véritablement suspension de dépenses, et le volume du corps ne diminue plus après la rétraction provoquée par l'évaporation de l'eau contenue dans le protoplasme.

3° *Anesthésie.* — L'action des anesthésiques provoque, quelle que soit la lenteur avec laquelle on l'applique, la mort immédiate des Infusoires *par exosmose.* Une seule espèce, la *Nassula ornata,* s'est montrée sensible à l'influence du chloroforme et est tombée dans un état absolu d'immobilité, alors que les autres espèces qui se trouvaient dans la même préparation continuaient à nager en présentant quelques phénomènes anormaux. L'auteur se demande s'il n'y aurait pas lieu de considérer la tache grise de la Nassule comme une différenciation nerveuse rudimentaire.

4° *Nutrition.* — Les féculents, les albuminoïdes absorbés par l'Infusoire sont partiellement dissous et absorbés suivant le même processus chimique que celui que l'on observe dans le tube digestif des animaux supérieurs. Les corps gras ne sont point absorbés en cet état. La plupart des globules graisseux sont rejetés au dehors sans altération.

IV

RECHERCHES SUR LES PREMIÈRES PHASES DU DÉVELOPPEMENT DE LA SEICHE,

Par Vialeton

(in *Annales des sciences naturelles*, 1888).

Dans ce travail très approfondi et très minutieux, l'auteur étudie d'abord la maturation de l'œuf. L'ovaire renferme au moment de la reproduction des ovules à tous les états de développement. Les plus gros ovules (si on laisse de côté les enveloppes folliculaires et le chorion qui commence à se former) sont constitués par deux substances, le vitellus nutritif et le vitellus formatif. Le vitellus formatif, parfaitement distinct du vitellus nutritif, occupe le petit bout de l'œuf, sous la forme d'une calotte plus ou moins épaisse. La vésicule germinative est contenue dans le vitellus formatif ; elle est assez volumineuse. Son contenu se compose d'un protoplasma finement granuleux, au sein duquel sont disséminés des grains de chromatine.

Au moment où la déhiscence du follicule se produit et où l'œuf tombe dans la poche ovarienne, la vésicule germinative disparaît ; son contenu se mêle intimement au vitellus formatif, et à sa place on trouve (dans les œufs contenus dans l'oviducte et dans la poche ovarienne) un fuseau nucléaire, qui est le premier fuseau de direction. La formation des globules polaires n'a pas été observée. Les œufs examinés dans les conduits génitaux de plusieurs Seiches présentaient tous le premier fuseau de direction.

Dans les œufs récemment pondus, la lame constituée par le vitellus formatif se différencie de la manière suivante : à son centre, elle est épaisse, constituée par du protoplasma granuleux ; à sa périphérie, elle est absolument hyaline et va en s'amincissant de plus en plus jusque vers l'équateur de l'œuf, où elle se perd. La portion centrale granuleuse, se divisant seule pendant la segmentation, devient le *disque germinatif*. Ce disque germinatif s'accroît constamment à sa périphérie, aux dépens de la lame hyaline. Si on l'observe dans les premières heures qui suivent la ponte, on voit à sa périphérie deux globules polaires, dont l'un possède deux noyaux, et, dans son épaisseur, on trouve deux noyaux, tantôt assez petits et assez éloignés l'un de l'autre, tantôt plus gros et plus rapprochés, tantôt enfin fusionnés en un seul. Ce sont le *pronucleus mâle* et le *pronucleus femelle*. La ligne de copulation des deux pronuclei passe rarement par les globules polaires, et se trouve souvent à une petite distance, à droite ou à gauche de ces derniers.

Comme la conjugaison des noyaux sexuels s'observe seulement dans les œufs pondus, il est vraisemblable que l'imprégnation se fait en dehors du corps de la mère, au moment où l'œuf expulsé est saisi par les bras pour être revêtu de son enveloppe colorée. La fécondation est alors opérée par les sper-

matozoïdes contenus dans les poches copulatrices que l'auteur a signalées dans cette membrane (1885).

La conjugaison des deux noyaux sexuels produit le *premier noyau de segmentation*, qui se transforme bientôt en un fuseau nucléaire. Le premier sillon de segmentation apparaît ; il divise l'aire granuleuse en deux parties, et se prolonge assez loin, au-delà de cette dernière, dans le protoplasma hyalin, mais sans jamais le diviser dans toute son étendue, de sorte que les deux segments, séparés à leur partie centrale, sont continus dans leur portion périphérique. Le premier sillon présente avec les globules polaires les mêmes rapports que la ligne de copulation des pronuclei, c'est-à-dire qu'il passe un peu à droite ou à gauche des globules polaires, ou très rarement passe par ces derniers. Le premier sillon de segmentation a donc *la même direction que la ligne de copulation des pronuclei.*

Le second stade est obtenu par l'apparition de deux sillons très légèrement inclinés sur le premier et qui déterminent la formation de quatre segments inégaux, deux plus grands, deux plus petits. De chaque côté du premier sillon, il y a un grand et un petit segment, de sorte que le blastoderme est symétrique par rapport à un axe qui est le premier sillon. Les grands segments occupent la partie où se trouvent les globules polaires et que l'on peut appeler supérieure ; les petits segments occupent la partie inférieure. Les globules polaires sont situés assez loin du point d'intersection des deux premiers sillons, qui est le pôle de la segmentation ; ils ne sont donc pas *polaires ;* leurs relations variables avec le premier sillon montrent qu'ils ne sont pas non plus *directeurs*, comme on les appelle.

Au troisième stade, apparaissent quatre sillons qui divisent les segments préexistants, de manière à former deux segments étroits, situés de part et d'autre de la partie inférieure du premier sillon, et six autres segments à peu près égaux.

Déjà ces divisions n'ont pas toujours été simultanées, les segments supérieurs commençant à se diviser les premiers ; mais dès maintenant (quatrième stade), cette différence va s'accentuer, de sorte que, la segmentation commençant toujours par les segments supérieurs, ceux-ci et les segments latéraux terminent leur division avant que les segments inférieurs étroits aient achevé la leur. On a ainsi un stade intermédiaire à quatorze segments. Les deux segments inférieurs se divisent à leur tour, non plus longitudinalement, comme cela avait lieu jusqu'ici, mais en travers, détachant leur sommet sous forme d'un petit élément qui prend place au centre du blastoderme. Le quatrième stade est ainsi accompli, et le blastoderme compte seize éléments, dont les uns sont parfaitement séparés des autres et individualisés ; ce sont les *blastomères*, tandis que les autres, limités seulement du côté de leur sommet, sont continus par leur base avec le vitellus formatif non segmenté, par lequel se fait l'accroissement de l'aire granuleuse, siège de la segmentation ; ce sont les *blastocones ;* ils engendrent les premiers par des divisions répétées de leur sommet.

Au cinquième stade, la segmentation suit toujours le même ordre et procède de la façon suivante : le premier segment (en comptant à partir d'en

haut) se divise en travers, donnant un blastocone et un blastomère ; le deuxième se divise en long, donnant deux blastocones ; le troisième en long ; le quatrième en travers ; le cinquième en travers ; le sixième en long. Or les segments 1 et 2 proviennent de la division du segment 1 d'un blastoderme à huit segments ; 3 et 4, du segment 2 ; 5 et 6, du segment 3. On voit donc que chaque groupe de deux segments, nés d'un segment préexistant, se comporte de la même façon, engendrant un blastomère et trois blastocones. Ces divisions achevées, on a un stade intermédiaire, avec vingt blastocones et huit blastomères. Des éléments produits par le segment étroit d'un blastoderme au troisième stade (à huit segments), le blastomère se dédouble, et le blastocone se divise en travers, de sorte que, le cinquième stade accompli, ce segment aura fourni trois blastomères et un blastocone. Cette inversion à la règle donnée pour les autres segments tient seulement à la formation précoce des blastomères par ce segment, laquelle est liée à sa forme étroite. En somme, les huit segments que l'on trouve au troisième stade se sont tous comportés de la même façon, c'est-à-dire ont tous produit des blastomères et des blastocones. Ils sont donc équivalents, et les différences de forme et de grandeur qu'ils présentent sont liées à la position excentrique des noyaux dans les segments respectifs auxquels ils appartiennent, excentricité qui détermine des divisions inégales de ces segments, le plan de division passant toujours par le noyau. Les blastocones correspondent aux sphères de segmentation dites *macromères*, et produisent, comme ces dernières, par une sorte de bourgeonnement, des sphères d'un autre ordre, les blastomères, qui équivalent à des *micromères*. Si les blastocones sont indivis par leur partie périphérique, cela tient à ce que, dans ce point, le protoplasma qui les constitue est réduit à une lame trop mince pour pouvoir être le siège de phénomènes de division.

La segmentation continue par un dédoublement régulier des éléments, mais le nombre des blastomères s'accroît beaucoup plus rapidement que celui des blastocones. Dans un blastoderme à 112 parties (un peu avant la fin des divisions du septième stade), il y a 32 blastocones et 80 blastomères. Il n'y a pas de cavité de segmentation. A la fin de la segmentation, les blastomères, au nombre de 300 au moins, forment un disque autour duquel les blastocones sont disposés en rayons. Les noyaux des blastocones se multiplient alors, mais s'écartent les uns des autres, et cheminent dans la lame hyaline, en se portant à différents points de cette lame. Finalement ces blastocones ont semé dans toute l'étendue de la lame hyaline un certain nombre de noyaux ; ce sont les noyaux vitellins, et la différence que l'on observe dès le début entre les éléments du blastoderme (blastomères et blastocones) est arrivée à son maximum. Les blastomères ont formé une plaque circulaire, le blastoderme proprement dit, qui donnera le corps de l'embryon ; les blastocones, semant leurs noyaux dans la lame hyaline, en ont fait un véritable plasmodium, qui va devenir la membrane périvitelline. La membrane périvitelline forme tout d'abord une zone limitée d'une part par le contour du blastoderme et qui se continue d'autre part vers l'équateur de l'œuf. Plus tard, le blastoderme la recouvre peu à peu, tandis qu'elle-même s'accroît à son côté interne, de façon à s'é-

tendre sous le centre du blastoderme, qu'elle sépare bientôt dans toute son étendue du vitellus nutritif sous-jacent.

Au début de la formation de la membrane périvitelline, il y a une ressemblance frappante entre la coupe d'un œuf de Seiche et celle de l'œuf de *Nassa* donnée dans Balfour, t. I, fig. 183, B, p. 216 (d'après Bobretzky).

La membrane périvitelline présentant avec le vitellus nutritif et avec l'ectoderme les mêmes relations que les cellules hypoblastiques de la *Nassa* avec ces mêmes parties, la membrane périvitelline, formée par des éléments dérivés directement de la segmentation, représente par suite l'*entoderme* des céphalopodes ; on peut lui donner le nom d'entoderme primitif.

Lorsque la membrane périvitelline commence à être recouverte par le blastoderme, le mésoderme se forme aux dépens de l'ectoderme par une délamination qui s'effectue dans les cellules du bord du blastoderme, sur tout le pourtour de ce dernier. Il en résulte que le pourtour du blastoderme forme une zone (*zone moyenne*) assez épaisse, entourant un espace circulaire central resté unistratifié et qui deviendra l'aire coquillière de la Seiche. La zone moyenne s'étend de plus en plus et, en s'élargissant, elle constitue l'aire embryonnaire, dans laquelle on voit bientôt apparaître les rudiments des organes. En dehors de l'aire embryonnaire, le blastoderme continue à s'étendre sur l'œuf, en fournissant le sac vitellin externe. Dans l'aire embryonnaire, apparaissent successivement les lobes céphaliques, les replis du manteau, de l'entonnoir, les branchies, les yeux, les otocystes et un bourrelet dans lequel naîtront les bras.

L'ectoderme forme la couche de revêtement général du corps. Au niveau des otocystes et des yeux, il forme un épithélium sensoriel particulier. Au niveau des lobes céphaliques, des replis de l'entonnoir et du bourrelet brachial, il s'épaissit considérablement et devient le siège d'un phénomène fort important. Quelques-unes de ses cellules profondes rompent sa limite inférieure et passent dans le mésoderme sous-jacent. Cette prolifération de l'ectoderme se fait non pas toujours par le même point, de façon à fournir des ébauches massives, mais par places, par petites poussées indépendantes, cessant bien vite, dès qu'elles ont commencé à se produire, et recommençant un peu plus loin, ou au même point un peu plus tard.

Il en résulte que le mésoderme reçoit des éléments nouveaux dans le cours du développement, et qu'il n'est pas constitué dès le début comme un feuillet autonome se suffisant à lui-même par son développement propre.

Dans le mésoderme ainsi constitué par des apports successifs venus de l'ectoderme, apparaissent plus tard les *ganglions nerveux* et les *muscles*, etc., etc.

Dans l'aire centrale (aire coquillière), on voit apparaître de bonne heure une tache sombre, due à la transformation des cellules ectodermiques, qui de basses et larges qu'elles étaient deviennent hautes et étroites, en se multipliant abondamment. Comme ce changement de forme est en somme la première différenciation de l'ectoderme indifférent de cette région en l'ectoderme chargé de sécréter la coquille, l'auteur compare la tache coquillière à la glande préconchylienne des autres Mollusques, glande qui précède la formation de l'épithélium coquillier. L'absence d'invagination n'est pas une objection ca-

pitale, et la situation de la tache, le temps de son apparition parlent en faveur de cette hypothèse.

L'entoderme définitif, c'est-à-dire celui qui forme le revêtement du tube digestif et de ses annexes (poche du noir, tubes hépatiques), apparaît sous la forme d'un épithélium qui limite une petite fossette, ouverte du côté du vitellus nutritif, dont elle est séparée par la membrane périvitelline. Le mode d'origine de ses cellules est peu clair. Elles naissent peut-être par une simple différenciation des cellules mésodermiques. Toutefois elles contractent des relations étroites avec la membrane périvitelline. Un noyau de cette dernière servait habituellement de moule pour la cavité de la fossette entodermique, cavité qui représente la cavité primitive de l'intestin et de la poche du noir. L'entoderme définitif apparaît assez tard, alors que les yeux, les otocystes, etc., sont déjà très reconnaissables.

L'auteur approuve la comparaison faite par Ray Lankester de la membrane périvitelline de la Seiche avec le périblaste du *Coregonus*.

V

SUR LA PATÉE NUTRITIVE DES ABEILLES,

Par Adolf von Planta [1].

Les œufs pondus par la reine dans des cellules ou alvéoles spéciales, qu'ils soient des œufs de mâle ou de femelle ou d'ouvrière, éclosent, comme on sait, trois ou quatre jours après la ponte. Il en sort une petite larve blanchâtre privée de pattes, et, par conséquent, incapable d'aller chercher sa nourriture. Ce sont les abeilles ouvrières dites *nourrices* qui doivent pourvoir à ses besoins. Elles lui présentent une sorte de bouillie dont la composition a depuis longtemps été considérée comme variant suivant l'âge et le sexe de l'individu à qui elle est destinée. Les ouvrières nourrices alimentent en effet les trois sortes de larves issues des trois sortes d'œufs indiquées ci-dessus, et l'on admet qu'en donnant aux larves d'ouvrière la bouillie qu'elles donnent habituellement aux larves de reine, elles en font des abeilles reines.

On a beaucoup discuté sur la nature et l'origine de cette bouillie alimentaire. Pour comprendre les deux opinions principales qui ont été soutenues à cet égard, il importe de rappeler en quelques mots la constitution du canal digestif de l'abeille.

La première portion de ce canal, l'œsophage, s'étend depuis la bouche jusque dans l'abdomen. L'œsophage se présente sous la forme d'un tube étroit, qui, en arrivant dans l'abdomen, se dilate en une cavité très extensible. Cette cavité a été appelée, en raison de ses fonctions, l'*estomac à miel*. On rencontre ensuite un tube étroit et court conduisant à l'estomac proprement

[1] *Ueber den Futtersaft der Bienen. Zeits. f. phys. Chemie*, XII, 327, 1888.

dit ou *ventricule chylifique*. Mais ce tube intermédiaire présente cette particularité qu'à son extrémité antérieure il fait saillie à l'intérieur de l'estomac à miel, tandis qu'à son extrémité postérieure, il s'invagine dans le ventricule chylifique. Au ventricule chylifique succèdent l'*intestin grêle*, puis le *rectum*. Il importe de savoir en outre qu'à l'entrée de l'œsophage débouchent cinq systèmes de glandes dites *salivaires* dont quatre sont disposées par paire [1]. Telle est la disposition des principaux organes constituant le canal alimentaire de l'abeille. Revenons maintenant à l'origine de la pâtée à l'aide de laquelle les ouvrières nourrissent leurs larves.

Il y a déjà très longtemps que les naturalistes ont observé que cette pâtée est en quelque sorte crachée par l'abeille. Schwammerdam, d'accord en cela avec les apiculteurs les plus expérimentés de son temps, la considérait comme une matière élaborée par l'insecte d'une façon particulière, et la désignait par cette expression latine : *Mel salivarium sive eructatum*.

Cependant, ce n'est guère qu'en 1885 qu'une opinion précise a été formulée à ce sujet. Leuckart, ayant remarqué une certaine ressemblance entre cette pâtée et le produit qu'on trouve dans le ventricule chylifique et qui provient de la digestion du pollen, n'hésita pas à la regarder comme constituée par des aliments digérés et vomis par l'abeille. Mais plus tard, ayant étudié les glandes salivaires de cet insecte, il abandonna la manière de voir (1868) qui précède et émit l'hypothèse que la pâtée nutritive des larves est une sécrétion des glandes salivaires des abeilles ouvrières.

Cette seconde opinion a été défendue par Fischer, puis plus récemment par Schiemenz; mais elle a été vivement attaquée par Schönfeld qui défend au contraire celle qui a été émise tout d'abord par Leuckart. Les arguments invoqués par les deux écoles sont principalement d'ordre anatomique et surtout tirés de la disposition particulière que présente la petite portion du tube digestif qui établit la communication entre l'estomac à miel et le ventricule chylifique.

Ainsi, les premiers soutiennent que cette pâtée ne peut venir de l'estomac. En effet, l'extrémité postérieure de l'intestin intermédiaire, qui proémine à l'intérieur de l'estomac sous forme d'invagination, serait constituée anatomiquement de façon à se fermer à la moindre contraction de cet organe, en sorte qu'il est absolument impossible à l'abeille de vomir. D'autre part, les glandes salivaires sont plus développées chez les nourrices que chez les autres ouvrières, ce qui concorde avec la fonction qu'elles doivent remplir chez les premières.

D'après Schönfeld, au contraire, la disposition anatomique de l'intestin intermédiaire n'entraîne nullement pour l'abeille l'impossibilité de vomir. Ce qui le prouve, c'est que lorsqu'on comprime légèrement le ventricule chylifique, la matière qu'il renferme est chassée au dehors vers la bouche. Quant aux glandes salivaires, elles ont chacune une destination particulière qui n'a pas de rapport avec la sécrétion d'une bouillie nutritive. Schönfeld entre à

[1] P. Schiemenz, *Ueber das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Bienen. Zeits. f. wissensch. Zool.*, XXXVIII, 71, 1882.

cet égard dans de longs développements que, malgré l'intérêt qu'ils présentent, nous ne pouvons rapporter ici.

En résumé, comme on vient de le voir, les naturalistes ont, en quelque sorte, épuisé la question au point de vue anatomique et ne l'ont cependant pas résolue. Il restait à faire un examen microscopique et chimique de cette pâtée nutritive; c'est ce que vient de faire M. von Planta et on verra par la suite que les résultats de ses recherches apportent un important appui à la manière de voir de Schönfeld.

Cet auteur fait d'abord remarquer qu'il a rencontré beaucoup de difficultés à rassembler des quantités de matières suffisantes pour l'analyse. On le comprendra sans peine lorsqu'on saura qu'une cellule d'ouvrière fournissait, après enlèvement de la larve, une quantité de pâtée dont le volume égalait à peine celui d'une tête d'épingle, et que cette pâtée renfermait 70 pour 100 d'eau.

Aussi, bien que les cellules de bourdon et surtout celles de reine, aient donné un plus fort rendement, M. von Planta a dû employer 200 cellules de reines et plusieurs milliers de cellules de bourdon et d'ouvrière.

L'examen microscopique de ces diverses pâtées a été fait par le professeur Cramer. Dans la pâtée qui sert à nourrir les larves de reine, on ne rencontra, du premier jour jusqu'au moment de la transformation de la larve en nymphe, que quelques grains de pollen isolés. On doit, par conséquent, considérer ici la présence de ces grains comme accidentelle. Le même fait s'observe pour la pâtée des larves de bourdon du premier au quatrième jour; mais à partir du cinquième jour la composition de cette pâtée change; elle devient jaunâtre, visqueuse et présente sous le microscope une quantité considérable de grains de pollen. Ceux-ci sont presque tous transformés et vides. Ajoutons que la matière alimentaire des abeilles renferme également un mélange varié de grains de pollen.

Quant à la pâtée des larves d'ouvrière, elle ne renferme pas non plus de pollen jusqu'au quatrième jour; mais M. von Planta ne se prononce pas sur la composition de la pâtée offerte aux larves plus âgées.

En tout cas, il paraît déjà établi par ce qui précède que la pâtée des larves de bourdon âgées de plus de quatre jours provient de l'estomac de l'abeille, puisqu'elle renferme des grains de pollen en partie digérés.

Voyons maintenant la composition de ces diverses pâtées. M. von Planta a dosé l'eau, l'azote par la méthode de Kjeldahl, le sucre, les matières grasses et les cendres. Les résultats auxquels il est parvenu sont résumés dans les tableaux suivants. Les chiffres relatifs aux matières protéiques ont été calculés en multipliant les poids d'azote par 6,25.

COMPOSITION DE LA PATÉE NUTRITIVE DES LARVES D'ABEILLE.

(1) *Eau et matières solides.*

	Reines.	Bourdons [1].	Ouvrières.
Eau.....	69,38 %	72,75 %	71,63 %
Matières solides.....	30,42	27,25	28,37

[1] Larves de différents âges.

(2) *Composition des matières solides.*

	Reines.	Bourdons de 1 à 4 jours.	Bourdons de plus de 4 jours.	Ouvrières.
Matières azotées.....	45,14 °/o	55,91 °/o	51,67 °/o	51,21 °/o
Matières grasses.....	13,55	11,90	4,74	6,84
Glucose.....	20,39	9,57	38,49	27,65
Cendres.....	4.06		2,02	

On voit par l'inspection du tableau n° 2 que ces différentes pâtées sont très riches en matières azotées. La proportion de celles-ci dans les pâtées qui ne renferment pas de pollen est à la proportion des autres matières organiques comme 1/1 environ. Ce rapport est bien différent dans le lait des mammifères. On sait, en effet, que pour le lait de vache, on admet 1/2,7.

Dans la pâtée des larves de bourdon âgées de plus de quatre jours, cette proportion de matière azotée a beaucoup diminué ; il en est de même de la proportion des matières grasses. Par contre, la proportion de glucose a considérablement augmenté. Il est vraisemblable que cette augmentation tient à une addition de miel qui se fait dans l'estomac.

Il résulte de ces observations que la pâtée nutritive varie de composition ; et c'est là un argument en faveur de l'hypothèse que soutient Schönfeld. Si, en effet, cette pâtée était une sécrétion glandulaire analogue au lait, comme on l'a supposé, elle aurait une plus grande constance dans sa composition. On ne comprendrait pas, par exemple, que le rapport du glucose aux matières azotées qui est 1/5,8 dans un cas, soit de 1/1,8 dans un autre. Ces rapports s'expliquent au contraire, si l'on admet que la pâtée provient de l'estomac et constitue une sorte de nourriture dont la composition et le degré de digestion sont variés par l'abeille suivant l'âge et le sexe de la larve.

Au reste, M. von Planta a eu la patience de séparer 150 têtes d'abeille, d'en faire un extrait et d'analyser celui-ci : comme il ne renfermait pas trace de sucre, il faut bien admettre que les glandes salivaires céphaliques ne sécrètent pas un produit sucré. Em. Bourquelot.

Le directeur : H. de Lacaze-Duthiers.

Le gérant : C. Reinwald.

VI

DÉVELOPPEMENT DE *SYNAPTA DIGITATA* ET PHYLOGÉNIE DES ÉCHINODERMES,

Par Richard Semon,
Privat docent à l'Université d'Iéna.

(In *Jenaische Zeitschrift*, XXIIe vol., 1888.)

La première partie du travail est une monographie embryogénique de *Synapta digitata*. Les premiers stades du développement : segmentation, gastrulation, formation du mésenchyme et première apparition du cœlôme (*entérocèle*) et du système aquifère (*hydrocèle*), sont rapportés d'après les recherches de Selenka et de Mestchnikoff. Les recherches propres de l'auteur commencent au stade *Auricularia*. L'auteur donne une description précise de l'appareil ciliaire et de la forme générale du corps. Contrairement aux autres auteurs, il a trouvé que l'*Auricularia* possède, non pas *une*, mais *deux* bandes ciliées : une adorale et une postorale. La première a toujours été méconnue jusqu'ici. Elle existe aussi chez les *Pluteus* des Échinides et des Ophiurides. On pensait jusqu'ici que les larves d'Astérides (*Bipinnaria*) constituaient, par suite de la présence chez elles de deux bandes ciliées, une exception parmi les larves d'Échinodermes. Cette opinion est renversée par l'observation précédente. Sur les parties latérales des larves se trouvent deux séries de cellules munies de fouets qui, par leur aspect et leur origine, sont tout à fait comparables aux cellules des bandes ciliées. Ces cellules ont à leur face inférieure des fibres longitudinales qui les relient en divers points au cordon cilié.

Metschnikoff qui, le premier, remarqua ces séries de cellules, les considérait comme l'organe nerveux central de la larve. Semon se rallie complètement à cette manière de voir et insiste sur la topographie et la structure de ce système nerveux et des cordons ciliés.

L'histologie de la peau et du tube digestif, dans ses diverses parties, ainsi que leur mode de formation, sont étudiés avec des détails pour lesquels nous renvoyons au mémoire. Relativement au système aquifère, l'auteur fait remarquer que l'ouverture des canaux latéraux primaires dans le canal contourné du rudiment d'appareil aquifère (*hydrocèle*) se trouve *entre* les troisième et quatrième diverticules de ce canal correspondant aux tentacules. Ces diverticules ou tentacules se forment tout d'abord au nombre de cinq que Semon appelle les *tentacules primaires*. Plus tard, *entre* les tentacules primaires se forment de nouveaux diverticules qui deviennent les vaisseaux aquifères du corps (vaisseaux aquifères ambulacraires) de la larve.

Le quatrième de ces diverticules secondaires est situé juste à l'opposé de

l'ouverture du canal du sable. Ainsi si, suivant l'usage habituel, nous déterminons les interradius par la situation du canal du sable, les tentacules primaires de *Synapta* (et de toutes les Holothuries) ont une situation radiale, tandis que les diverticules secondaires et par conséquent les vaisseaux aquifères ambulacraires ont une situation interradiale. Semon pense, pour ces raisons, que les vaisseaux aquifères ambulacraires des autres Échinodermes (Crinoïdes, Astérides, Ophiurides, Echinides), qui ont toujours une situation radiale, sont homologues aux tentacules primaires des Holothuries, tandis que les vaisseaux aquifères ambulacraires des Holothuries sont des formations de nature spéciale qui n'ont rien d'homologue dans toute la classe des Echinodermes.

L'origine et le développement des formations calcaires chez l'*Auricularia* (anneau et baguettes calcaires), sont traités rapidement, car l'auteur s'est appesanti sur ce sujet dans un travail antérieur [1].

La transformation de l'*Auricularia* en la larve en forme de tonneau avec bandes ciliées (pupe des Holothuries) a lieu dès que les poches cœlomiques ont achevé d'entourer le tube digestif et que les six diverticules secondaires de l'hydrocèle se sont formés. Cette transformation est caractérisée par la destruction des bandes ciliées, par un très important changement dans la forme du corps et par un changement de place de l'hydrocèle. Ce dernier abandonne en effet sa place au côté gauche de la larve et entoure l'intestin antérieur. Le canal hydrocœlique devient l'anneau du système aquifère, les cinq diverticules primaires deviennent les cinq tentacules primaires de la Synapte ; des diverticules secondaires, cinq deviennent des vaisseaux aquifères du corps en dépassant en dehors, vers le pôle aboral, les parties de l'anneau calcaire; le sixième de ces diverticules secondaires donne la vésicule de Poli.

En même temps a lieu la destruction de la bande ciliée et le changement de forme du corps.

La bande ciliée postorale se déchire en quatorze points ; la plupart des fragments servent à former les cinq bandes ciliées de la pupe d'Holothurie. Quelques-uns des fragments se retirent dans l'entonnoir qui conduit à la bouche et qui s'enfonce de plus en plus dans la larve. Là les cellules deviennent plus grandes et forment le revêtement des tentacules primaires. En dix points s'en séparent, par étranglement, de petites poches, celles que J. Müller découvrit et appela *vésicules à doubles noyaux*. Dans un travail précédent, l'auteur a montré que ces vésicules sont, morphologiquement, tout à fait comparables aux otocystes des autres animaux, et que les doubles noyaux ne sont autre chose que des cellules dont l'intérieur est occupé d'abord en partie, plus tard entièrement, par une vacuole. Les deux filaments nerveux se retirent, avec les fragments susmentionnés de la bande ciliée, dans l'intérieur de l'entonnoir conduisant à la bouche. Ils arrivent ainsi au côté interne de l'anneau calcaire et se soudent au collier nerveux de la Synapte. De ce collier naissent

[1] R. Semon, *Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres ; zwei Mittheilungen* (*Mitth. aus d. Zool. Station zu Neapel*, 1887).

cinq rameaux pour les tentacules primaires et cinq autres interradiaux. Ces derniers se joignent aux vaisseaux aquifères du corps et deviennent les cinq nerfs du corps ou nerfs ambulacraires.

Le changement de forme du corps est produit, non seulement par le fait que la larve abandonne sa forme de boîte ronde pour prendre celle d'un tonneau, mais par une importante diminution de volume de l'ensemble du corps. Celui-ci, de $1^{mm},7$ de long, descend à $0^{mm},4$; sa largeur diminue dans la même proportion. Cela est provoqué par une condensation des tissus, et principalement du tissu gélatineux, qui a été vérifiée sur les coupes.

Dans la suite du développement, l'infundibulum conduisant à la bouche, dont il a été question plus haut, s'enfonce de plus en plus à l'intérieur de l'animal, de sorte qu'à la fin, l'orifice buccal ne communique plus avec le dehors que par une fente capillaire. L'hydrocèle communique provisoirement avec le dehors toujours par l'intermédiaire du canal du sable primordial qui s'ouvre en dehors par le pore dorsal. Mais ce dernier rapport se modifie bientôt. Les deux poches cœlomiques, en contournant le tube digestif, restent séparées dorsalement par un mésentère formé de deux lames épithéliales adossées, tandis que ventralement elles se fusionnent complètement. Bientôt le cœlôme commence à se dilater et devient la cavité du corps. Le feuillet viscéral s'accole à l'intestin, le pariétal comprime la couche gélatineuse de plus en plus fortement contre l'enveloppe cutanée, en sorte que la masse gélatineuse est réduite à un tissu conjonctif riche en éléments cellulaires. En même temps le pore dorsal s'oblitère et le canal du sable s'ouvre dans la cavité générale par l'intermédiaire d'une plaque madréporique accolée à sa paroi et formant tout d'abord une sorte de bourrelet semi-lunaire.

Les feuillets qui tapissent la cavité générale donnent naissance à la musculature. Tandis que l'intestin antérieur, comme Selenka l'a trouvé, a déjà, au stade auricularia, une musculature fournie par les cellules mésenchymateuses environnantes, la musculature des intestins moyen et terminal dérive du feuillet viscéral du péritoine et celle du corps du feuillet pariétal. L'une et l'autre sont formées de fibres circulaires externes et longitudinales internes fournies successivement par la base des cellules péritonéales. Sur l'intestin, le dépôt des fibres longitudinales est continu, tandis que, sur la paroi du corps, il a lieu seulement sur cinq bandes correspondant aux vaisseaux aquifères. Ces cinq muscles du corps sont, depuis l'extrémité antérieure, séparés des vaisseaux aquifères par la musculature circulaire. Ainsi, l'opinion des auteurs précédents, qui faisaient provenir les muscles longitudinaux des parois des vaisseaux aquifères, était erronée. Quand ces changements sont accomplis, la fente capillaire qui donnait accès dans la bouche s'ouvre et l'animal étend au dehors ses tentacules qui serviront désormais à tâter et à saisir. Les bandes ciliées disparaissent, par le fait que la ciliature s'étend à toute la surface du corps, l'épithélium plat faisant place à un épithélium plus élevé.

Avec ses bandes ciliées, l'animal abandonne sa vie pélagique et commence à ramper au fond de la mer. La larve est désormais une jeune Synapte. Il n'y a encore que cinq tentacules, point d'organes génitaux, ni d'entonnoir cilié de la cavité générale. Par ces caractères la jeune Synapte se distingue de l'a-

dulte. Le développement de ces organes n'est point élucidé par les recherches de Semon. La formation des ancres et des plaques calcaires a été indiquée dans le mémoire antérieur cité plus haut.

Dans la seconde partie de son travail, relative à la généalogie des Echinodermes, l'auteur procède d'abord analytiquement et discute la place des Synaptides au-dessous des Holothuries. Il trouve qu'il n'y a jusqu'ici aucune raison d'admettre que les Holothuries apodes proviennent par régression des *pedata*. Rien, ni dans l'anatomie comparée, ni dans l'embryogénie, ne plaide en faveur de cette manière de voir. Il en est de même de la biologie, car les Synaptides ne mènent nullement une vie aussi complètement souterraine qu'on l'a admis jusqu'ici. Cela est démontré par la ressemblance mimétique des grandes espèces (*Synapta digitata*, *S. hispida*) avec le fond de la mer, fait qui serait complètement incompréhensible dans le cas d'une vie souterraine.

Mais, pourrait-on objecter, peut-être y a-t-il des preuves irréfutables que les Holothuries dérivent d'Echinodermes plus hautement organisés, peut-être des Echinides? Dès lors elles n'auraient rien de commun, dans leur origine, avec les Synaptides à organisation plus simple, car celles-ci, au lieu d'être une forme intermédiaire, ne pourraient représenter qu'un anneau terminal fortement dégradé. Il y a donc à se poser la question suivante : est-il vrai ou même possible que les Holothuries descendent d'une autre classe connue d'Echinodermes?

L'auteur arrive à une conclusion négative en se basant sur les considérations suivantes. Le système aquifère des Holothuries est fondamentalement différent de celui des autres Echinodermes. Il se forme en effet chez elles *deux* systèmes de canaux aquifères situés *dans des Radius différents* : d'abord le système des tentacules primaires, puis celui des vaisseaux du corps. Dans les autres classes il se forme un seul système qui correspond au second des Holothuries. Le premier est donc une formation spéciale aux Holothuries, sans homologue chez les autres Echinodermes. Semon pense que les tentacules primaires des Holothuries correspondent aux vaisseaux ambulacraires des autres Echinodermes en raison : 1° de l'époque d'apparition des tentacules primaires; 2° de la direction de leur accroissement; 3° de la place du canal du sable primaire.

Semon arrive à conclure que les Holothuries se sont séparées des autres Echinodermes à une époque où ceux-ci n'avaient qu'un seul système de canaux ambulacraires, seulement des tentacules primaires et point de vaisseaux aquifères du corps. Ce stade du développement phylogénétique n'est représenté par aucun Echinoderme actuel à l'état adulte, mais on le trouve dans le développement ontogénétique de toutes les classes dans ce stade précoce, si semblable chez tous, que l'auteur a nommé le stade *Pentactula*.

Ce stade larvaire est caractérisé par ceci que, en développant les cinq tentacules primaires du système aquifère, la larve passe du type symétrique bilatéral (*dipleurés*) au type radiaire (*amphipleurés*). Seul le système nerveux (outre le système aquifère) subit cette transformation. Le tube digestif ne

montre à ce stade aucune trace de division radiaire, pas plus que la cavité générale qui même, par le développement du mésentère dorsal, se montre nettement bilatérale. Le canal du sable est contenu dans ce mésentère dorsal. Au début, chez les larves *Pentactula* de tous les Echinodermes, ce canal du sable est toujours unique et toujours s'ouvre au dehors librement par le pore dorsal. L'ouverture du canal du sable dans la cavité générale, dans certaines classes (Crinoïdes, beaucoup d'Holothuries), la multiplication du nombre des rameaux du sable, tout cela, ce sont aussi bien ontogénétiquement que phylogénétiquement, des processus secondaires.

Semon pense que tous les Echinodermes dérivent, en divergeant, d'un Echinoderme ancestral représenté ontogénétiquement par la larve *Pentactula*. Dans une première série de descendants, la portion péristomiale du corps s'est tout entière invaginée dans l'espace circonscrit par les tentacules primaires librement épanouis ; dans cette série, le développement de la cavité du corps et parfois aussi du tube digestif est réglé par celui des tentacules primaires; il en est de même des bras, tandis que le reste du corps, loin de se régler sur les tentacules primaires, a un développement inverse de celui des bras.

Cette série de formes que l'on peut désigner sous le nom de *Cœlomachirotes* est représentée par les Astérides, les Ophiurides et les Crinoïdes. La participation des différents organes à la formation des bras qui, en dernier lieu, proviennent des tentacules primaires est variable. C'est chez les Astérides qu'elle est la plus grande, car chez eux le système génital, une partie de la cavité générale et même des diverticules du tube digestif, pénètrent dans les bras et prennent part à leur constitution.

Chez les Echinides, il ne se forme pas de bras; les tentacules primaires disparaissent, mais un système de vaisseaux ambulacraires qu'il faut considérer comme une extension du système aquifère vers le pôle aboral donne à ce dernier le caractère radiaire. On peut considérer les Echinides comme les *Archirotes*.

Chez les Holothuries, les tentacules primaires persistent avec leurs caractères primitifs. Il se forme secondairement un système particulier interradial de canaux aquifères qui s'étend le long du corps du pôle oral au pôle aboral et qui est analogue, mais non homologue, à celui des Echinides. Les Holothuries seront pour nous les *Angiochirotes*, car leurs tentacules sont des prolongements du système aquifère munis d'un revêtement épithélial.

Semon cherche alors la généalogie suivant laquelle de la *Pentactœa* (représentant phylogénétique du stade larvaire *Pentactula*) se sont détachés, en divergeant, les *Angiochirotes* ou Holothuries, les *Archirotes* ou Echinides et les *Cœlomachirotes* ou Crinoïdes, Astérides et Ophiures.

Les documents fournis par la paléontologie ne permettent d'établir les relations de parenté des Échinodermes que dans l'intérieur de chaque classe, mais ne donnent (ou du moins n'ont donné jusqu'ici) aucun renseignement sur les rapports généalogiques des classes entre elles. Dès lors Semon en est réduit à creuser davantage les données de l'anatomie comparée et de l'embryogénie. Il interroge tous les systèmes de l'animal : tube digestif, cavité

générale, système aquifère, appareils circulatoire, nerveux, génital et squelettique, mais cela ne peut guère être résumé, et nous renvoyons au mémoire original.

Dans le chapitre suivant, l'auteur recherche l'origine même de l'ancêtre commun des Echinodermes. Mais les difficultés se montrent ici de plus en plus considérables; la base fournie par l'anatomie comparée devient moins sûre, et la marche du développement toujours influencée par des causes secondaires devient plus douteuse, et en apparence *faussée*.

Cependant l'auteur pense pouvoir assurer que la *Pentactæa* provient de formes bilatérales, non radiaires. Il reste en effet, même chez l'adulte, des restes (mésentère dorsal) de la symétrie primitive qu'il ne faut pas confondre avec la symétrie secondaire revêtue par maints Holothurides et Echinides. Pour cette raison et pour d'autres d'un autre ordre, les larves bilatérales (*Auricularia*, *Bipinnaria*, *Pluteus*, etc.), que l'on pourrait réunir sous le nom commun de *dipleurula*, ont une certaine importance pour la découverte de l'origine de la forme ancestrale commune, bien que, chez elles, par suite d'adaptations secondaires, différents stades phylogénétiques aient été cénogénétiquement réunis.

Semon pense que la Pentactula radiaire provient de formes bilatérales qui se sont modifiées en abandonnant la vie libre pour se fixer. Sa vie fixée a provoqué le développement, autour de la bouche, d'une couronne de tentacules formés principalement par le système aquifère. Les autres systèmes ont acquis successivement le caractère radiaire, d'abord le système nerveux, puis chez les Cœlomachirotes la cavité générale, chez les Astérides le tube digestif et chez tous, sauf les Holothuries, les organes génitaux. Chez certaines Astérides, tous les organes prennent part à la constitution des bras, et ceux-ci arrivent à s'individualiser à un tel degré qu'ils peuvent exister séparément comme des êtres complets. Dans ces cas extrêmes, nous pouvons considérer l'Echinoderme comme une colonie; mais l'ancienne théorie qui voyait dans le développement des Echinodermes une génération alternante avec une colonie radiaire produite par bourgeonnement d'un individu central n'en reste pas moins renversée par mille arguments. Ces bourgeons sont bien plutôt des parties formées ontogénétiquement comme des organes, en particulier des tentacules. Au début, la paroi du corps et le système aquifère prennent seuls part à leur formation; il s'y joint presque immédiatement le système nerveux et, dans plusieurs classes, la cavité du corps et parfois même l'intestin. Nous pouvons considérer la formation phylogénétique progressive des bras chez les Cœlomachirotes comme une décentralisation au profit des tentacules ou des bras et aux dépens du disque central du corps.

En ce qui concerne les relations de parenté avec les autres animaux, il semble que les Echinodermes, par leur développement et par certaines particularités de leur structure, se rapprochent surtout des autres Enterocœliens et principalement des Balanoglosses et des Chordata, mais ces relations sont très confuses, et l'origine de tout le groupe des Enterocœliens est encore dans les ténèbres.

VII

SUR LE *BALANOGLOSSUS MERESCHKOWSKII* (WAGNER),

Par Wladimir Schimkewitsch,
Privat docent de zoologie à Saint-Pétersbourg

(*Zoologischer Anzeiger*, 28 mai 1888).

Ce *Balanoglossus* a été étudié à la station zoologique d'Ssolovetski. L'auteur le compare, avec son collier et son corps insegmenté, à un têtard d'Ascidie, la trompe étant un organe que possède en plus le Balanoglossus.

La cavité cœlomique de la tête (trompe) s'ouvre au dehors par l'intermédiaire d'un seul canal excréteur, le gauche, au lieu de deux, comme chez *B. Kupfferi*. Ce (ou ces) canal excréteur représente un organe segmentaire céphalique, mais nullement un rein céphalique. La cavité est tapissée par un endothélium qui revêt aussi l'organe central. Cet endothélium forme sur l'organe central des replis lobés remplis de sang (branchies internes de Spengel), qui n'ont rien de commun avec la *glande de la trompe* de Bateson et jouent le rôle d'un organe excréteur).

Cette glande de la trompe de Bateson (cœur de Spengel) a une tunique musculaire et un épithélium semblable à celui de certaines parties de la cavité de la trompe. Si elle a vraiment pour origine la vésicule pulsatile de *Tornaria*, elle doit être rapprochée des vésicules pulsatiles des larves des Mollusques (*Limax*).

L'organe dont Bateson fait la corde dorsale, étant situé au-dessous du vaisseau dorsal qui représente l'aorte descendante et ne présentant point le rapport typique avec le blastopore ou le sillon primitif, ne peut être assimilé à cet organe et constitue vraisemblablement la partie préorale du tube digestif, dont le grand développement est en rapport avec celui du lobe préoral.

La lacune de la trompe paraît manquer de paroi propre et ne saurait représenter le cœur.

L'appareil circulatoire est réduit aux deux grands troncs ventral et dorsal, et ne possède point les autres vaisseaux ni les capillaires sous-cutanés si faciles à voir chez *B. minutus*.

La couche nerveuse sous-cutanée existe dans toute l'étendue du corps et montre les bandes d'épaississement dorsal et ventral, dont la première correspond au cordon nerveux dorsal des Tuniciers. Le système nerveux central ne présente ni cavité centrale, ni neuropore antérieur ou postérieur, ni cordons se rattachant à la paroi dorsale.

Le tube digestif possède, dans sa portion collaire, une paire de diverticules qui représentent probablement une paire de fentes branchiales rudimentaires non perforées. Dans la région branchiale, sa portion ventrale constitue un

petit sillon homologue à l'endostyle des Tuniciers, au sillon hypobranchial des Cyclostomes et à leur glande thyroïde ; ces trois organes forment trois parties différentes de l'intestin buccal qui sont représentées avec leur disposition primitive chez *B. clavigerus*. Au-delà de la région respiratoire, qui ne présente rien de particulier, le tube digestif forme trois ou quatre sinuosités dans lesquelles Bateson veut voir chez *B. Kowalewskii* l'indice d'une valvule spirale. L'auteur y trouve des pores s'ouvrant à l'extérieur, qui indiquent des branchies rudimentaires, sans squelette ni valvule.

Les organes en entonnoir du collier sont dépourvus de plis antérieurs et paraissent représenter la partie ectodermique des organes segmentaires du premier segment du corps.

Les organes génitaux n'ont rien de commun avec l'épiderme (Bateson). Ce sont de simples poches péritonéales, et les cellules germinales dérivent de celles du péritoine.

Phylogénétiquement, *B. Mereschkowskii* représente une Trochosphère qui s'est munie d'un premier et unique segment du corps, qui a perdu l'amas cellulaire assimilé par Balfour à un ganglion céphalique et qui a acquis quelques caractères nouveaux (tube nerveux dorsal, fentes branchiales, etc.) qui la rapprochent des *Chordata*.

VIII

TRAITÉ D'ANATOMIE HUMAINE,

Par C. Gegenbaur,

Professeur d'anatomie et directeur de l'Institut anatomique d'Heidelberg,
traduit sur la troisième édition par Ch. Julin,
chargé du cours d'anatomie comparée à la Faculté de médecine de Liège.

Personne ne contestera que l'anatomie humaine est une science essentiellement française. Ce qui l'atteste, c'est, d'une part, le nombre considérable de mémoires originaux qui ont paru, en France, sur la plupart des questions anatomiques, et, d'autre part, l'existence d'excellents ouvrages didactiques d'anatomie, parmi lesquels il convient de citer, en toute première ligne, ceux de Cruveilhier et de Sappey. Et pourtant, il nous manquait encore un traité d'anatomie humaine, ou plutôt d'Anthropotomie, *basé sur les données de la morphologie moderne*. C'est cette lacune que vient de combler la traduction française de l'ouvrage de M. C. Gegenbaur.

Pour écrire ce traité, il ne suffisait pas d'être excellent anatomiste, mais il fallait encore connaître à fond toutes les questions relatives à la morphologie des Vertébrés et posséder, en outre, des notions très complètes d'histologie, d'histogénie, d'embryogénie et d'anatomie comparées. Nul n'était mieux préparé que le célèbre professeur d'Heidelberg, auquel la science doit tant de

mémoires originaux sur des questions appartenant aux diverses branches de la morphologie, ainsi qu'un bel et intéressant *Traité d'anatomie comparée;* nul, dis-je, n'était mieux préparé que lui à entreprendre cette œuvre importante. Nous nous faisons un réel plaisir de reconnaître qu'il a pleinement réussi.

Sans oublier qu'il écrit pour des médecins et des étudiants, pour des praticiens, autant que pour des hommes de science pure, M. Gegenbaur ne perd jamais de vue les faits essentiels, d'où découlent les idées générales qu'il veut développer. C'est là un caractère dont on trouve empreinte chaque page de son traité : toutes les descriptions sont basées sur les données positives fournies par l'embryogénie et l'anatomie comparées; tous les faits sont groupés d'une manière rationnelle au point de vue morphologique. Le but que poursuit l'auteur est de nous montrer les nombreux liens qui existent entre l'homme et les Vertébrés, en général entre l'homme et les Mammifères en particulier.

Nous essayerons de faire ressortir comment il y arrive, en ne nous occupant que de la première partie de l'ouvrage, la seule dont la traduction ait vu le jour, jusqu'ici, et qui traite *de la constitution primordiale et de la texture intime du corps*, ainsi que du *système squelettique.*

Le chapitre relatif aux généralités concernant le développement et la texture du corps humain est un composé succinct, mais très exact, des idées générales, aujourd'hui presque unanimement admises par les morphologistes. Chaque paragraphe de ce chapitre constitue une synthèse de l'état actuel de nos connaissances sur la question qui s'y trouve traitée. Il en résulte nécessairement que certaines questions controversées sont exposées trop brièvement et à un point de vue peut-être un peu trop général. On pourrait certes discuter quelques-uns des faits mentionnés dans le premier chapitre de l'ouvrage et qui ne paraissent pas encore suffisamment établis, ou qui sont contestés. Nous citerons, notamment, l'exposé des connexions qui rattachent la gastrulation des Mammifères à celle des autres Vertébrés, ainsi que la classification des tissus de la substance conjonctive. Mais il convient de ne pas perdre de vue, comme le dit d'ailleurs l'auteur lui-même, qu'il ne s'agit nullement d'un traité spécial d'histologie et d'embryologie, mais que l'exposé de ces notions générales n'a pour but que de faire comprendre comment on peut, *dans l'état actuel de nos connaissances*, expliquer les liens qui unissent l'homme aux autres Vertébrés, et montrer que l'homme n'occupe nullement, dans la nature, une position spéciale et exceptionnelle au point de vue anatomique.

Le paragraphe 3 de l'Introduction, qui traite *de la place qui revient à l'homme dans la nature* résume bien l'idée générale de l'ouvrage tout entier. A coup sûr, il ne contient rien qui n'ait été dit bien des fois, mais jamais ces idées n'ont trouvé asile dans les traités d'anatomie humaine et n'ont servi de guide à leurs auteurs dans l'exposition et dans l'interprétation des faits. Voici un passage de ce paragraphe :

« La structure et le développement de l'homme affectent les caractères qu'ils présentent chez les Vertébrés en général, et chez les Mammifères en particulier. Les différents ordres qui forment la classe des Mammifères ont, avec l'homme, des rapports d'organisation plus ou moins éloignés, et parmi ceux

qui composent le groupe des Mammifères placentaires, c'est celui des Quadrumanes, qui présente, avec l'homme, les connexions les plus nombreuses. C'est, d'ailleurs, ce qu'exprimait déjà Linné, lorsqu'il réunissait les singes et le genre Homo dans l'ordre des Primates. Si, à l'époque de Linné, cette réunion de l'homme aux singes en un seul ordre était plutôt basée sur les caractères extérieurs ; aujourd'hui, il est établi qu'elle est naturelle, grâce aux connaissances que nous avons acquises, tout particulièrement, sur l'organisation interne des Quadrumanes les plus élevés. Dans quelque sens que nous comparions l'organisation des différents représentants de l'ordre des Primates, nous trouvons toujours entre eux des points de contact, et cela tout aussi bien dans les dispositions fondamentales des différents systèmes d'organes que dans les rapports anatomiques les moins importants. La valeur des ressemblances qui existent entre l'organisation de l'homme et celle de ces Quadrumanes, que l'on désigne sous le nom d'anthropoïdes, n'est nullement annihilée par les différences que l'on constate entre eux. Ces différences, d'ailleurs, ne sont pas plus essentielles que celles que l'on trouve entre les divers représentants des autres groupes du règne animal. C'est à l'aide de ces dissemblances qu'il nous est possible de diviser le règne animal en embranchements, classes, ordres, genres et espèces. On explique les ressemblances que présentent les différents animaux, en admettant qu'il existe entre eux des liens de parenté provenant d'une communauté d'origine. Cela admis, les différences d'organisations sont le résultat, d'une part, de rétrogradations subies par des dispositions qui se manifestent encore dans des groupes moins élevés, et, d'autre part, de perfectionnements survenus dans des dispositions anatomiques que l'on trouve encore, actuellement réalisées, chez des organismes inférieurs.

« Ainsi, l'organisation de l'homme semble avoir passé par ces stades inférieurs. Elle porte, d'ailleurs, en soi des traces nombreuses et évidentes de ces transformations qu'elle a subies, et ses rapports embryonnaires permettent de reconnaître des relations plus éloignées encore. Aussi, l'organisme humain s'élève non seulement au-dessus des autres animaux, mais même au-dessus des Quadrumanes : il occupe le sommet du monde organisé. Les indices qu'il nous offre encore de dispositions anatomiques moins élevées sont les traces d'une condition vaincue. Ils nous montrent les étapes parcourues d'un long chemin qui conduit toujours vers un état d'organisation plus élevé ; ils nous permettent, en outre, de supposer que cette marche ascendante continuera dans la même direction. Le *perfectionnement* est le but de cette ascension progressive. C'est l'idéal que l'on se fait du développement de ce que nous appelons le *psychique*, développement qui est préparé par le perfectionnement du corps, et qui est aussi limité par lui. En cherchant à l'atteindre, l'espèce humaine se perfectionne toujours davantage, et s'éloigne ainsi de plus en plus du lieu obscur de sa première origine.

« Le perfectionnement qui, dans la nature organisée, se montre partout en développement progressif, est un but qui est atteint et qui semble être un but final. De même qu'en ne considérant que des étapes isolées, l'on n'arrive pas à se faire une idée du chemin parcouru, de même aussi, quand on ne

tient compte que d'une disposition anatomique spéciale, il n'est pas possible de comprendre le but final, bien que cependant cette disposition, tout comme une étape quelconque, représente une partie du chemin parcouru. Ce n'est que par la considération de l'ensemble des formes d'organisation que nous parvenons à comprendre ce but. Ainsi comprise, la téléologie reçoit une définition bien différente de celle qu'on lui donnait anciennement. »

Nous voudrions aussi pouvoir citer tout le paragraphe 37, dans lequel l'auteur établit quelle est la *signification du développement*. Mais il faut nous borner ; car cette analyse prendrait trop d'extension.

Après avoir examiné les bases morphologiques de l'anatomie humaine, M. Gegenbaur groupe les matières, en s'appuyant sur ces considérations générales, en plusieurs systèmes, qui diffèrent essentiellement les uns des autres, soit au point de vue comparatif, soit au point de vue embryogénique. Ce sont : 1° le *système squelettique ;* 2° le *système musculaire ;* 3° le *système digestif*, comprenant le tube digestif et les organes respiratoires : ces derniers constituent, en effet, un système spécial de cavités qui, dans le cours de l'ontogénie, se sépare de la portion initiale du tube digestif, et qui s'est adapté à une fonction particulière ; 4° le *système vasculaire ;* 5° le *système uro-génital*, les organes excréteurs et les organes génitaux étant, dès leur première origine, en connexions morphologique et physiologique ; 6° le *système nerveux* et 7° le *système cutané*, comprenant la peau et les organes importants qui se sont différenciés, soit directement, soit indirectement, à ses dépens : les *organes des sens*.

Ce groupement des matières, absolument rationnel au point de vue morphologique, diffère notablement, comme on peut le voir, du groupement généralement adopté dans nos traités d'anatomie humaine, purement descriptifs.

Afin de faire mieux ressortir dans quel esprit est conçu l'ouvrage de M. Gegenbaur, signalons quelques-unes des remarques morphologiques les plus intéressantes, dont est semé le chapitre consacré au *système squelettique*.

Après avoir décrit la colonne vertébrale dans ses diverses régions, l'auteur nous fait connaître, aussi succinctement que possible, quelles sont les variations que présente cette partie de l'axe squelettique. Il nous montre, en outre, par des considérations embryogéniques, que *toutes ces variations tirent leur origine d'une disposition commune réalisée pendant la vie fœtale.*

Le paragraphe 85, qui traite de la colonne vertébrale, dans son ensemble, est aussi complètement empreint de l'esprit de l'ouvrage. M. Gegenbaur nous montre que la conformation différente des Vertèbres des diverses régions de la colonne, ainsi que les différences que présentent ces régions elles-mêmes, ne sont que le résultat de l'adaptation de la colonne vertébrale à la station verticale, que l'homme a acquise secondairement. C'est ce que prouvent, d'une part, la comparaison avec les autres Vertébrés et, d'autre part, l'étude du développement de la colonne chez l'homme lui-même, quand on la suit pas à pas dans toutes les phases de son évolution ontogénique.

N'oublions pas non plus de faire ressortir combien sont rationnelles, tant comparativement qu'embryogéniquement, les descriptions que M. Gegenbaur nous donne du *sphénoïde* et du *temporal*, et mentionnons d'une façon

spéciale, en raison de son importance morphologique, le passage relatif aux *os du squelette viscéral*.

Enfin, nous considérons comme un des meilleurs passages de l'ouvrage *la comparaison entre le crâne de l'homme et celui des animaux :* nous le recommandons tout particulièrement à l'attention des lecteurs.

Les citations que nous venons de signaler montrent clairement dans quel ordre d'idées a été conçu le beau traité de M. Gegenbaur et en quoi il diffère des ouvrages didactiques français parus jusqu'à ce jour sur la matière. Disons encore que M. Julin a introduit, avec l'autorisation de l'auteur, quelques modifications dans certains passages de la partie embryogénique du traité allemand. Il a remanié, notamment, d'après les observations les plus récentes, le chapitre consacré au *développement des annexes fœtales*, et l'éditeur, M. Reinwald a fait exécuter plusieurs figures nouvelles, qui sont dignes de prendre rang parmi les mieux réussies de l'ouvrage.

M. Julin a eu l'heureuse idée de toujours indiquer, à côté de l'expression usitée en français, le terme latin employé par les auteurs allemands et même très fréquemment par les auteurs anglais. Ce travail utile est appelé, selon nous, à rendre quelque service aux anatomistes français, en leur facilitant la lecture des publications allemandes surtout. Il serait à désirer, d'ailleurs, que l'on s'entendît pour admettre une terminologie universelle, et nulle ne conviendrait mieux que la terminologie latine. Tous ceux qui ont voulu ou dû lire des ouvrages d'anatomie écrits en langue étrangère, savent à quelles difficultés ils se sont souvent heurtés. Nous citerons un exemple entre cent : M. Julin l'a indiqué en note, et il prouve à quelles confusions regrettables on pourrait être entraîné. Les auteurs allemands donnent le nom de *canaliculus pharyngeus* au *canal pterygo-palatin* des auteurs français ; au contraire, notre *canal palatin postérieur*, ils l'appellent *canalis pterygo-palatinus*. Dans quelle erreur serait donc induit celui qui traduirait *canalis pterygo-palatinus* par *canal pterygo-palatin !* Il fallait donc, pour éviter tous ces écueils, un homme connaissant bien les deux langues et très versé à la fois dans l'anatomie humaine et dans l'anatomie comparée. M. Julin, bien connu de tous les zoologistes par ses remarquables travaux sur des sujets toujours difficiles, était entièrement en situation de la mener à bien. Il a réussi pleinement, et les lecteurs français devront à lui, autant qu'à l'auteur, d'avoir enfin, entre les mains, un traité d'anatomie humaine basé sur l'anatomie comparée.

IX

CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA RÉGION CERVICALE DES REPTILES [1].

SUR LES FENTES BRANCHIALES ET LEURS RUDIMENTS CHEZ LES LÉZARDS [2],

Par J.-F. van Bemmelen.

Le premier mémoire contient la description des recherches anatomiques faites dans la région cervicale des Reptiles, dans le but de vérifier les résultats embryologiques obtenus chez la *Lacerta muralis* et le *Tropidonotus natrix*. Ces derniers résultats furent provisoirement publiés dans le *Zoologischer Anzeiger* (t. IX, nos 231 et 232, 1886, et t. X, no 244, 1887); et la première partie de la publication définitive en est donnée dans le deuxième des travaux ci-dessus mentionnés, qui traite du développement de la région cervicale chez les Sauriens. L'auteur s'est occupé surtout des poches branchiales, des arcs aortiques et de nerfs crâniens postérieurs, dans les quatre ordres de Reptiles. Il commence ses descriptions par celle de l'*Hatteria punctata*, qui, dans la structure anatomique de son cou, se montre un véritable Saurien, mais avec certaines particularités, qui, tout en manquant chez les autres Lézards, se retrouvent dans leurs embryons.

Cinq poches branchiales se forment successivement chez les embryons du Lézard et de la Couleuvre, mais leur destinée est bien différente dans les deux types. Chez le Lézard, les deux dernières disparaissent totalement dans un stade embryonnaire peu avancé; la troisième, au contraire, persiste presque entièrement, tandis que de la deuxième il ne reste qu'un bourgeon dorsal. Quand le reste de la poche a disparu, ce bourgeon se retrouve, au milieu du tissu conjonctif, comme une petite vésicule épithéliale, immédiatement au-dessous du ganglion du nerf glossopharyngien. Un renflement pareil se développe au sommet de la troisième poche branchiale, mais celui-ci ne se sépare jamais du corps de la poche. Ces deux vésicules apicales sont l'ébauche du thymus des Lézards, qui, en conséquence, se montre un organe bilobé, situé du côté dorsal et à l'extérieur de la carotide interne. Au bout du second lobe se trouve, dans les animaux adultes, un cordon cellulaire très mince aboutis-

[1] *Beiträge zur Kenntniss der Halsgegend bei Reptilien.* I. *Anatomischer Theil,* dans *Bijdragen tot de Dierkunde, vitgegeven dor het Genootschap* (*Natura Artis Magistra, te Amsterdam*, 1888).

[2] *Over de Kiemespleten en hare overblipselen bij de hagedissen,* dans *Feestbundel ter eere van Prof. Donders, nitgegeven door het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde,* 1888.

sant dans un petit corps rond, de structure épithéloïde, qui est situé dans l'angle formé par l'arc carotidien se recourbant en direction aborale pour aller rejoindre la crosse de l'aorte. Ce cordon et ce petit corpuscule représentent le col et le corps de la troisième poche branchiale. Dans l'embryon, le corps de cette poche adhère intimement à la paroi aborale du troisième arc aortique (arc carotidien), qui, dans cette région, est redoublé et montre un commencement de réseau vasculaire. Pour cette raison, l'auteur a donné au corpuscule épithéloïde le nom de corpuscule carotidien ; il l'a retrouvé, chez plusieurs espèces de Sauriens, dans l'état adulte. Chez l'Hattéria il trouva, de plus, un corpuscule tout pareil adhérant à la paroi postérieure du quatrième arc aortique, qu'il considère comme un dérivé de la quatrième poche branchiale et qu'il a nommé corps aortique.

Bientôt, après la formation de la cinquième poche branchiale, la paroi ventrale du pharynx forme un diverticule situé immédiatement en arrière de cette poche, mais asymétrique, seulement du côté gauche. Ce bourgeon se sépare bientôt du pharynx et forme une vésicule à parois épithéliales très épaisses, qui s'accroît notablement sans changer de forme et se retrouve, dans les embryons plus âgés, du côté gauche de la trachée, dorsal de la base du cœur. Ce n'est que vers la fin de la vie embryonnaire que la forme de cette vésicule devient irrégulière par suite de bourgeons que les parois commencent à pousser, tandis que la cavité centrale disparaît. Dans l'animal adulte, les restes de cet organe se retrouvent dans la forme d'une masse glandulaire, appliquée aux parois de la trachée et de l'œsophage, tout près de la thyroïde, mais différente de celle-ci par sa structure histologique. L'auteur a comparé cet organe aux corpuscules supra-péricardiaux, découverts par lui chez les Sélaciens.

Contrairement à ce qui se trouve chez les Lézards, les Serpents conservent des traces de toutes leurs poches branchiales. La deuxième et la troisième paire produisent des masses de structure épithéloïde, dont la première se retrouve chez l'animal adulte en dedans de l'angle postérieur des mâchoires, tandis que la seconde est fixée à la paroi de l'artère carotide, environ à mi-chemin entre la tête et le cœur. Cette vésicule est comparable au corpuscule carotidien des Lézards.

Les quatrième et cinquième poches branchiales, loin de disparaître comme chez les Lézards, s'accroissent, au contraire, rapidement et subissent, après cela, une métamorphose lymphatique ; elles produisent le thymus qui, de la sorte, se compose de deux lobes. Entre eux se trouve une petite masse arrondie, de structure semblable à celle du corpuscule carotidien, qui se développe aux dépens de la paroi ventrale du pharynx, au niveau où les quatrième et cinquième poches branchiales communiquent avec lui. L'auteur croit que cette vésicule est homologue, d'une part avec le corps supra-péricardial unique du Lézard, d'autre part avec des formations semblables chez les Oiseaux et avec les thyroïdes latérales des Mammifères.

Chez les Crocodiles, l'auteur a trouvé un thymus qui s'étend de la tête jusqu'à l'origine des grands troncs artériels, c'est-à-dire par toute la longueur du cou et une partie du thorax. La forme est semblable à celle des oiseaux

carinates ; il n'a pu voir de division, en deux ou plusieurs lobules. Relié à l'extrémité aborale du thymus, se trouve un corpuscule de structure épithéloïde qui, d'autre part, est appliqué au point d'embranchement du tronc carotidien. Une masse semblable se trouve dans l'intérieur du thymus chez les Tortues, où cet organe n'a pas une forme aussi allongée que chez les Crocodiles. L'auteur considère ces corpuscules comme les homologues des corpuscules carotidiens des Lézards et des Serpents. Chez de jeunes Tortues, l'auteur a découvert, en outre, deux corpuscules, de structure épithéloïde, situés entre l'arc aortique et l'arc pulmonaire, qui lui semblent les résidus des quatrième et cinquième poches branchiales.

Tous ces corpuscules, par leur structure histologique, contrastent avec le thymus, qui passe bientôt de l'état épithéloïde à l'état lymphoïde.

Contrairement à l'opinion de la plupart des naturalistes qui, jusqu'ici, se sont occupés de la structure du thymus, l'auteur est d'avis que la région corticale des lobules du thymus provient des cellules épithéliales des parois des poches branchiales ; tandis que la substance médullaire est formée par des cellules mésodermiques, pénétrant de dehors dans l'intérieur des lobes.

Le nombre des *arcs aortiques* constaté chez de jeunes embryons de Lézard et de Serpent remonte à six qui sont visibles tous à la fois dans le même stade de développement, c'est-à-dire quand la cinquième poche branchiale vient à se former. Le cinquième de ces arcs, inconnu jusqu'ici, ne tarde pas à disparaître, tandis que le dernier (le sixième) donne naissance à l'artère pulmonaire qui, chez les Tortues et l'Hattéria, reste en communication avec l'aorte par le *ductus Botalli* pendant toute la vie.

La formation d'un cinquième arc aortique chez les Tortues aussi bien que chez les Lézards et les Serpents devient vraisemblable par la découverte de deux rudiments de poches branchiales entre l'aorte et l'arc pulmonaire.

Chez le Lézard l'auteur a trouvé une artère prenant son origine de l'arc pulmonaire et remontant le long de la trachée jusqu'au larynx, où elle se distribue. Cette artère donne, en passant, un rameau à la glande thyroïde, qui, de la sorte, chez les Lézards, reçoit deux vaisseaux artériels : l'artère thyroïdienne supérieure partant de l'arc carotidien et l'inférieure de l'arc pulmonaire. Le corps suprapéricardial asymétrique est situé en avant de cette artère laryngienne inférieure, qui est absente dans tous les autres ordres de Reptiles.

Les différentes modifications que présentent les artères du cou dans les quatre ordres sont décrites dans le premier mémoire et comparées entre elles et avec l'état embryonnaire ; le nom *Carotide primaire* pour l'artère cervicale impaire des Monitors, Crocodiles et Serpents est rejeté, puisque ce vaisseau prend son origine d'une manière différente dans les trois formes. En général les descriptions et les conclusions de Rathke sont confirmées.

Quant aux nerfs, l'auteur en a étudié la distribution et a soumis à une comparaison les différentes descriptions qui en ont été données. Il a constaté chez toutes les formes deux nerfs laryngiens dont le supérieur se développe de la première branche branchiale du nerf vague, tandis que l'inférieur est formé par une autre branche passant en arrière du *ductus Botalli* (nerf récurrent). Le caractère du supérieur comme nerf branchial de la troisième

poche se reconnaît surtout chez les Lézards à cause de la communication permanente des arcs carotidiens avec les crosses de l'aorte qui oblige ces nerfs à se recourber derrière ces arcs, de sorte que l'on peut dire que les Lézards ont deux nerfs récurrents. Chez l'*Hatteria* ces deux nerfs laryngiens s'unissent sur la face ventrale au larynx dans une commissure transversale. Chez les Crocodiles comme chez le reste des Lézards se trouve une commissure semblable, mais chez les derniers le nerf glosso-pharyngien semble prendre part à sa formation au lieu du laryngien supérieur. Probablement cette différence n'est qu'apparente, le laryngien entrant avec une partie de ses fibres dans le parcours du glosso-pharyngien.

Entre les laryngiens supérieur et inférieur se trouve une troisième branche du vague qui se rend au cœur en passant entre la crosse de l'aorte et l'arc pulmonaire. Elle représente probablement un second nerf branchial du vague destiné originellement à la quatrième poche. Contrastant avec le caractère bien prononcé de nerfs branchiaux du nerf laryngien supérieur et du nerf cardiaque, le laryngien inférieur ne peut être mis en rapport avec une poche branchiale, puisque, passant en arrière du *ductus Botalli*, il ne peut avoir appartenu à une poche située en avant de l'arc pulmonaire, et que derrière ce vaisseau il ne se trouve plus de traces de fentes branchiales.

Le nerf laryngien supérieur des Crocodiles, Tortues et Serpents a été décrit dans la littérature sous le nom de *laryngo-pharyngien*.

Le directeur : H. DE LACAZE-DUTHIERS.

Le gérant : C. REINWALD.

XI

NOTES SPONGOLOGIQUES[1].

Par Emile Topsent,
Docteur ès sciences naturelles.

I. DENDORYX HYNDMANNI ET LES DENDORYX EN GÉNÉRAL.

Dendoryx Hyndmanni est une éponge dont on n'avait pu jusqu'à présent marquer la place d'une manière satisfaisante.

Bowerbank la décrivit le premier, en 1866[2], sous le nom d'*Halichondria Hyndmanni*; mais, en 1874[3], il la fit rentrer dans son genre *Isodyctia*, à cause d'une certaine régularité qu'il observait dans la disposition de ses spicules.

Déjà, en 1867, en essayant une classification des Éponges[4], Gray avait remanié profondément les *Halichondria* de Bowerbank; il avait créé pour elles un certain nombre de genres nouveaux; mais, au lieu de rechercher des groupements naturels, il s'était exagéré la valeur des moindres particularités spécifiques au point de les admettre comme caractères génériques. C'est ainsi que l'*Halichondria Hyndmanni*, pour certains détails de sa spiculation, se trouvait former un genre à part sous le nom d'*Alebion Hyndmanni*.

Dans un travail récent[5], frappé d'une ressemblance évidente de plusieurs des *Halichondria* de Bowerbank entre elles, je proposai de les réunir sous la dénomination générique de *Dendoryx*. Ce terme, je l'empruntais à Gray, comme celui par lequel il avait désigné le plus grand nombre des espèces que j'avais maintenant en vue. Toutefois, en donnant une définition différente de la sienne au genre *Dendoryx*, j'étais amené à en augmenter l'importance et à rapprocher, pour le composer, les genres *Dendoryx*, *Iophon* et *Menyllus* et quelques espèces du genre *Biemma* de l'auteur anglais.

La définition du genre *Dendoryx* ainsi modifié devait être la suivante :

Halichondriæ sans formes définies; spicules de tension cylindriques, quelquefois acués; spicules du squelette acués épineux. Embryons ovoïdes, sans calotte colorée.

En indiquant celles des éponges des côtes anglaises auxquelles je croyais bon d'appliquer en commun cette appellation, je regrettais de ne pouvoir me prononcer sur l'ancienne *Halichondria Hyndmanni*, dont les caractères de

[1] Ces études ont été faites au laboratoire maritime de Luc, avec l'autorisation bienveillante de M. le professeur Joyeux-Laffuie.

[2] *A Monograph of the British Spongiadæ*, t. II, p. 264.

[3] *Id.*; additions au tome III, p. 355.

[4] *Proc. of the Zoological Society of London*, 1867, pl. II.— J.-E. Gray, *Notes on th arrangement of the Sponges, etc.*

[5] *Archives de zoologie expérimentale et générale*, t. V *bis*, suppl., 1887, 4e mém. — *Contribution à l'étude des Clionides.*

spiculation me paraissaient pourtant conformes à ceux de mes *Dendoryx novo sensu*. Cependant, Bowerbank l'avait si franchement séparée d'elles et l'avait placée d'une manière si formelle parmi ses *Isodyctia* qu'il pouvait être téméraire de s'élever, sur des apparences, contre cette attestation d'une si haute autorité scientifique. Et je dus me borner à écrire :

« Enfin, j'y ajoute mentalement (aux espèces précitées) l'*Isodyctia Hyndmanni*, Bow., à cause de la forme de ses spicules de tension et de ses spicules du squelette, et parce que la régularité de sa charpente ne paraît guère conforme à celle des *Reniera*. Toutefois, l'examen des embryons de cette éponge pourra seul faire juger si c'est une *Dendoryx* ou vraiment une *Reniera*. »

La réserve à laquelle j'étais tenu rendait pour moi l'éponge singulièrement intéressante, et je la suivis pendant l'été dans le but d'étudier son état larvaire et de lever tous les doutes sur la question.

Je puis affirmer aujourd'hui, qu'à l'égal des *Halichondria incrustans*, *H. Ingalli*, *H. Batei*, etc., Bow., la prétendue *Isodyctia Hyndmanni* est une véritable *Dendoryx*. Voici du reste, d'après les échantillons recueillis sur la côte du Calvados, quelques détails à son sujet, qui compléteront ou rectifieront la description que Bowerbank en a tracée :

Elle est commune à Luc, mais seulement dans les dragages à une bonne distance au large. Rappelons à ce propos, pour marquer sa position bathymétrique, que tous les spécimens examinés par Bowerbank avaient été également pris par des fonds d'au moins quinze à vingt brasses.

Elle se fixe aussi bien sur les pierres que sur les coquilles diverses (généralement *Ostrea edulis*, *Pecten maximus* et *Pecten opercularis*) ; assez souvent aussi on la trouve enlaçant des Hydroïdes arborescents. C'est donc par un pur hasard que Bowerbank ne l'avait vue que sur des valves de *Pecten opercularis*, à une seule exception près, qu'il a soigneusement signalée.

Elle n'atteint jamais de grandes dimensions, et le plus bel échantillon que j'en aie rencontré, n'était certainement pas gros comme la moitié du poing.

Elle peut être réduite à une couche spongieuse assez mince, à surface inégale, formant sur le support un revêtement plus ou moins étendu. Mais presque toujours, de cette base s'élèvent des branches fort bien décrites par Bowerbank, qui, grêles à leur point d'origine, se terminent en corymbes et se mettent toutes en rapport entre elles, de sorte que l'éponge peut paraître massive.

La spiculation de *Dendoryx Hyndmanni* est très curieuse : outre les spicules de tension *cylindriques* et les spicules du squelette *acués épineux*, il existe sur toutes les surfaces libres, dans ce qu'on appelle improprement les membranes, des spicules dits *bidentés inéquianchorés* et *dentatopalmés inéquianchorés* et deux formes de spicules *pocillés*. C'est la présence dans cette éponge de ces derniers organites, qu'on ne trouve que très rarement ailleurs, qui avait décidé Gray à créer le genre *Alebion*.

Quant à la disposition des spicules du squelette, elle affecte une régularité incontestable : les spicules acués épineux sont toujours alignés par faisceaux de deux ou trois, et, comme ce n'est le plus généralement qu'à leurs extrémités qu'ils se croisent avec d'autres groupes identiques, ils marquent les

angles dièdres de polyèdres plus ou moins réguliers dont les faces ont toutes à peu près pour hauteur la longueur d'un spicule ; l'éponge est ainsi constituée par une infinité de petites cages rappelant celles des *Reniera*, et il est facile, surtout sur les individus desséchés, de découvrir, suivant la longueur des rameaux, des fibres spiculeuses continues, un peu plus fortes que les autres (ordinairement trois spicules de front), tout à fait semblables, en un mot, aux lignes squelettiques caractéristiques des *Reniera*. On comprend que cette structure ait frappé Bowerbank ; il dut hésiter d'autant moins à reconnaître une *Isodyctia* dans cette éponge, qu'il insiste à diverses reprises sur la difficulté qu'il y a de distinguer dans beaucoup d'espèces de ce genre le véritable agencement de leurs spicules.

Ce qui peut surprendre, c'est qu'il n'ait pas observé pareille disposition des spicules chez *Halichondria* (*Dendoryx*) *incrustans* où elle se voit pourtant très nettement aussi, répondant point pour point à la description qui précède.

Je n'ai pas pu constater avec certitude dans notre *Dendoryx Dujardini* cette régularité du squelette si évidente dans les formes massives, telles que *Dendoryx Hyndmanni* et surtout *D. incrustans viscosa*. Il faut remarquer à ce propos que la plupart des espèces du genre sont, comme *D. Dujardinii*, revêtantes, presque sans épaisseur notable ; il y a par suite moins de raisons pour que les lignes principales de soutien y soient aussi accentuées.

La régularité de la charpente étant si peu distincte chez certaines *Dendoryx*, on s'explique sans peine ce que nous ne faisons qu'indiquer sommairement ici, nous proposant de préciser bientôt, à savoir que, si beaucoup de *Dendoryx* des côtes d'Angleterre ont été mises par Bowerbank dans les *Isodyctia*, un plus grand nombre encore aient été inscrites parmi les *Halichondria*, et que nous en reconnaissions aussi quelques-unes parmi les *Hymeniacidon*.

Un dernier mot sur la spiculation de *Dendoryx Hyndmanni*, car elle offre encore une particularité qui semble avoir échappé à Bowerbank. Des liens kératodiques cimentent fréquemment les entrecroisements des spicules des lignes squelettiques : toutefois, leur présence est loin d'être constante, et, quand ils sont le mieux formés, ce ne sont jamais que des ligaments incolores et sans solidité. De tels liens s'observent, on s'en souvient, communément dans le genre *Reniera*, mais avec la même variabilité; il est bien évident que l'existence habituelle d'un peu de kératode d'union des spicules ne saurait servir de caractère de haute importance, et je n'ai cru devoir en parler que parce qu'elle eût pu paraître jusqu'à un certain point confirmer les vues de l'auteur anglais sur la position réelle dans sa classification de l'éponge qui nous occupe, avant qu'on en eût suivi le développement embryonnaire.

En ce qui concerne les orifices aussi, la description de Bowerbank a besoin d'être complétée. Elle indique en effet (comme pour *Dendoryx Dujardinii* d'ailleurs) : « *oscula and pores inconspicuous* ». Or, si l'on examine sous l'eau ces deux éponges en pleine activité, on aperçoit à leur surface des alignées d'orifices fort petits, nullement surélevés, qui donnent accès dans des canaux ramifiés relativement larges et visibles en sombre par transparence du derme. Dans *D. Dujardinii* surtout, toujours fort mince, on peut suivre sur

de grandes longueurs, rampant horizontalement, ces canaux aquifères principaux. Nul doute que les ouvertures, peu distantes et assez régulièrement espacées, par lesquelles ils communiquent avec l'extérieur, ne soient les *oscules*; l'eau pénètre dans le système vasculaire, dont ils sont, en nombre réduit, les branches ultimes, par toute la périphérie de l'animal.

Bowerbank a généralement mieux vu les oscules des *Dendoryx* : ordinairement petits, simples et dispersés, ils sont parfois bien apparents (*D. candida*, *D. incrustans*); rarement ils sont situés à l'extrémité d'éminences lobées (*Isodyctia* (*Dendoryx*) *tumulosa*).

Au sortir de la drague, *Dendoryx Hyndmanni* est d'un jaune faiblement orangé. L'étude histologique découvre dans la composition de sa chair, entre autres éléments (cellules contractiles, vibratiles et digestives pigmentées), des cellules conjonctives en rosettes, assez abondantes, de grosseur médiocre, à sphérules pleines d'une graisse incolore dont les vapeurs d'acide osmique révèlent instantanément la présence.

La coloration change profondément à l'air : les parties qui y sont exposées noircissent rapidement, l'altération paraissant porter tout d'abord sur les cellules à graisse; mais il est évident que certaines modifications chimiques intéressent aussi le pigment, car, en se desséchant, l'éponge devient une masse rugueuse et friable, colorée de pourpre noirâtre.

J'ai déjà attiré l'attention (*l. c.*, p. 147) sur ce fait que le simple contact des pinces ou du scalpel sur l'éponge bien fraîche bleuit le kératode d'union des spicules.

La reproduction commence en juillet: les œufs, d'un jaune vif, sont petits; au lieu d'être localisés, comme ceux des *Reniera*, ils sont parsemés dans toute l'éponge, exactement comme ceux des *Dendoryx Dujardinii*, *incrustans*, *irregularis*.

En août, les embryons sont mis en liberté. Ils sont en tout conformes à mes descriptions antérieures des larves des *Dendoryx* : ils sont dépourvus de la couronne de flagellums et de la calotte colorée postérieure des embryons de *Reniera*.

Tout ce qui précède établit incontestablement qu'il s'agit bien d'un représentant du genre *Dendoryx*. Ce genre est si nettement caractérisé, qu'il avait suffi d'un examen succinct de l'éponge pour que la conviction fût faite au sujet de la place qu'il conviendrait de lui assigner parmi les *Renierinæ*.

Il est intéressant de voir combien sont nombreuses les espèces de ce genre si naturel.

En fouillant la monographie de Bowerbank, on constate qu'elles abondent dans nos mers.

Parmi les *Halichondria* qui y sont décrites, il en est toute une série qui se laissent aujourd'hui grouper sous l'ancienne dénomination que Gray réservait à quelques-unes d'entre elles : *Dendoryx incrustans*, *D. irregularis*, *D. Dickiei*, *D. Pattersoni*, *D. granulata*, et [1] *D. Robertsoni*, *D. scandens*, *D. nigricans*,

[1] Voir *loc. cit.*, p. 120, les motifs du groupement de ces *Halichondria*.

D. Ingalli, D. pulchella, D. albula, D. Thompsoni, D. candida, D. Batei, D. virgea.

Parmi les *Isodyctia,* la confusion qui porta Bowerbank à déplacer son *Halichondria Hyndmanni* produisit les mêmes effets à plusieurs reprises ; nous devons joindre à *Dendoryx Hyndmanni : Dendoryx fimbriata, D. lurida, D. tumulosa* et *D. rugosa.* Il y a même quelque chose de plus en ce qui concerne cette dernière espèce ; les détails de la description des deux petits échantillons seuls connus d'*Isodyctia rugosa,* Bow., me portent à penser qu'il s'agit simplement de deux *Halichondria* (*Dendoryx*) *incrustans ;* outre que la couleur de cette éponge varie dans de larges proportions (du jaune pâle au rouge orangé vif), tous les individus qu'on recueille attachés à des fucus présentent, comme les prétendus *Isodyctia rugosa,* une surface très inégale et rugueuse après dessiccation.

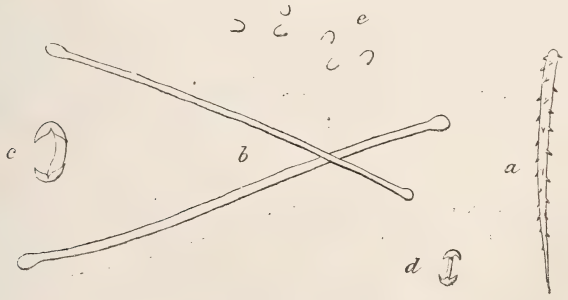
Enfin, nous avions déjà vu (*l. c.*, p. 118) qu'une *Hymeniacidon* (*H. Dujardinii*, Bow.) pouvait être considérée, pour sa simplicité, comme le type, en quelque sorte, du genre *Dendoryx* d'acception nouvelle. Ce n'est point un cas unique parmi les *Hymeniacidon*, et il conviendra d'inscrire à la suite de *Dendoryx Dujardinii Dendoryx paupertas* et *D. armatura.*

Qu'on lise les diagnoses de ces espèces et l'on verra non seulement que toutes possèdent à la fois des spicules cylindriques et des spicules acués épineux, mais encore que Bowerbank est précis sur ce point que les premiers servent de spicules de tension et se rencontrent surtout dans la membrane dermique, tandis que le squelette est constitué uniquement par les derniers.

A cette liste déjà longue, d'autres espèces viendront sans doute s'ajouter. C'est ici le lieu d'en faire connaître une qui vit dans les eaux de Luc.

Dendoryx luciensis, N. Sp.

Je n'ai eu jusqu'à présent à ma disposition qu'un seul spécimen de cette espèce : c'était une petite éponge, jaune pâle à l'état de vie, fixée sur un groupe de serpules ornant une pierre draguée le 13 août dernier au large de



Luc ; sans forme définissable, s'élevant assez peu au-dessus de son support, elle m'a paru dépourvue de caractères extérieurs qui permissent de la recon-

naître au simple aspect. Mais la détermination à l'aide du microscope en sera facile, grâce à la présence dans les membranes d'une sorte de spicule qu'on n'a pas encore signalée dans les *Dendoryx* connues.

La spiculation se compose : 1° de spicules du squelette (*a*) acués épineux, longs en moyenne de 150 μ; 2° de spicules de tension (*b*) cylindriques, renflés en massue aux deux extrémités (long. moy. 250 μ), abondants dans le derme; 3° de spicules des membranes de trois sortes : les uns (*c*) bidentés équianchorés de taille variable (15-50 μ), grands pour la plupart ; les autres (*d*) tridentés équianchorés, toujours plus petits (12-15 μ); les autres enfin (*e*) très petits, très grêles et très nombreux, et de forme tout à fait remarquable : ils sont courbés plus brusquement que les *spicules bihamés*, dont il est possible qu'ils dérivent, et leurs branches à peine divergentes (7-8 μ d'écart aux extrémités) et relativement assez longues ne se terminent pas par des crochets.

Les *Dendoryx* vivent dans toutes les mers ; il suffit, pour s'en convaincre, de consulter les études faunistiques des spongologistes. J'en produirai seulement quelques exemples.

Parmi les éponges recueillies par l'*Alert* dans le détroit de Magellan, M. Stuart O. Ridley en décrivit une (*Proc. zool. soc.*, London, 1881, pl. I) sous le nom d'*Alebion proximum;* c'est un proche parent d'*Alebion Hyndmanni* Gray, ainsi que l'a bien reconnu l'auteur, mais nous ne saurions admettre pour *Dendoryx proxima* une distinction générique (fondée sur la présence de spicules pocillés) dont nous avons suffisamment démontré l'inutilité.

Les dragages exécutés en 1880 et 1881 dans la mer de Barents ont fourni à M. Vosmaer[1] *deux Dendoryx* : *Alebion piceum* et *Myxilla Barentsi*. M. Vosmaer marque la position systématique de sa *Myxilla Barentsi* (*Dendoryx Barentsi*) à côté de *Myxilla Batei*, Vos. (*Halichondria Batei*, Bow., *Dendoryx Batei*).

Il n'est pas difficile de trouver dans les diverses monographies d'O. Schmidt d'autres preuves de cette vaste dispersion du genre qui nous occupe.

Rappelons tout d'abord qu'en 1870[2], en essayant de faire rentrer les éponges anglaises dans son système de classification, Schmidt réunissait par une accolade, en leur adjoignant *Halichondria inornata*, *H. farinaria*, *H. angulata*, *H. corrugata* et *H. forcipis*, toutes les *Halichondria* de Bowerbank dont nous faisons aujourd'hui des *Dendoryx*. Ces éponges étaient toutes pour lui des Desmacidines (Desmacidinen, meist ganz offenbar *Desmacella*, *Desmacidon*, *Esperia*).

Pour nous, on le sait, les affinités des *Dendoryx* ne sont pas avec les *Desmacidon*[3]; mais le groupe des *Desmacidinæ* de Schmidt n'est sans doute pas plus homogène que celui des *Renierinæ*[4]. En tout cas, il n'y a certainement

[1] *Bijdragen tot de Dierkunde.....* Amsterdam, 12e Aflevering, 3e gedeelte, 1885. — *The Sponges of the « Willem Barents » Expedition.*

[2] *Grundz. Spong. Fauna Atlant. Geb.*, p. 77.

[3] *Contribution à l'étude des Clionides*, p. 118.

[4] *Id.*, p. 121.

pas de proche parenté entre les *Dendoryx* et *Halichondria corrugata*, *H. inornata*, *H. farinaria* et *H. angulata*. On n'en saurait dire autant d'*Halichondria forcipis*. Celle-ci appartient au genre *Forcipina*, Vosmaer, composé, entre autres espèces, d'abord de cette *H. forcipis* que M. Vosmaer nomme *Forcipina bulbosa* [1], puis de *Forcipina colonensis*, Crtr. [2], et vraisemblablement aussi de *Forcipina anceps* (*Esperia anceps*, Schm.) [3], suivant le rapprochement entre cette dernière éponge et l'*Halichondria forcipis*, Bow., établi par le R. A. Norman [4] et accepté par M. Vosmaer [5]. Or, le genre *Forcipina* doit être très voisin du genre *Dendoryx:* on y voit, comme dans celui-ci, des spicules de tension cylindriques et des spicules du squelette acués; de plus, il est contestable que l'existence de spicules forcipiformes dans les membranes constitue un caractère générique de grande valeur;... mais il nous suffit présentement d'avoir attiré l'attention sur ce point.

Ces réserves étant faites, nous ne nous étonnerons pas de retrouver parmi les *Desmacidinæ* toutes les *Dendoryx* que Schmidt a rencontrées [6]. Son genre *Myxilla*, dont le principal, on pourrait dire l'unique caractère réside dans la présence de spicules noueux (Knotenförmige) chez toutes les éponges qu'il y rattache, paraît même répondre partie aux *Hymedesmia*, Bow., comme il nous en avertit lui-même [7], et partie aux *Dendoryx*, n. s., et aux *Microciona*, Bow. Ces trois derniers genres ne sont peut-être pas éloignés les uns des autres, mais les définitions données par Bowerbank des *Microciona* et des *Hymedesmia* sont assez heureuses pour empêcher dans la plupart des cas toute confusion avec les *Dendoryx*.

Un mot encore : parmi les Desmacidines, il en est trois qui nous arrêtent; ce sont des *Microciona* de Bowerbank. Ces *Microciona spinulenta*, *M. plumosa* et *M. jecusculum* s'écartent décidément trop du type (*M. atrasanguinea*) et nous sommes d'avis, comme Schmidt, de leur assigner une autre place; mais nous n'en ferons pas, à son exemple, de la première une *Esperia* et des deux autres des *Desmacidon*, car nous inclinons à les considérer toutes trois comme des *Dendoryx* suffisamment caractérisées.

II. L'ÉTAT LARVAIRE DE SPONGELIA FRAGILIS.

On n'a encore constaté l'existence que de deux éponges fibreuses sur les côtes françaises de la Manche. Toutes deux se rencontrent à Luc. Mais l'une, *Verongia rosea* de Barrois, y paraît rare, un seul échantillon en ayant été recueilli au cours de ces trois dernières années, tandis que l'autre, *Dysidea fragilis* de Johnston, y est extrêmement commune.

[1] *Loc. cit.*, p. 26.

[2] *Descript. and figures of deep sea Sponges* (*Ann. and Mag. nat. hist.*, p. 248, t. XIV, 1874.

[3] *Die Zweite Deutsche Nordpolarfahrt*, 1874, p. 430.

[4] *A Monograph of British Spongiadæ*, t. IV, p. 106.

[5] *Loc. cit.*, p. 27.

[6] Et entre autres l'*Isodyctia fimbriata*, Bow., dont il a été parlé plus haut.

[7] *Adriat. Spong.*, 2e suppl., p. 16.

M. Ch. Barrois a étudié en 1876, à Saint-Vaast, le développement de la première; il remarqua dès les premiers stades du fractionnement une division des éléments en deux parties, l'une rose jaunâtre, l'autre rouge carminé, marquant d'avance les régions antérieure et postérieure de l'embryon. La surface de la larve se couvre plus tard de cils vibratiles, sauf au niveau de la petite calotte rouge postérieure, formée de cellules différentes du reste du revêtement, et entourée d'une couronne de flagellums. Les derniers changements qui se produisent sont l'aplatissement de la partie postérieure délimitée par les flagellums accrus et l'allongement de la partie antérieure en une sorte de papille dont les cellules perdent leurs cils. Barrois pensait avoir affaire à une larve creuse (*Amphiblastula*).

En 1878, M. F.-E. Schulze fit entrer *Verongia rosea* dans sa famille des *Aplysinidæ* [1] sous le nom d'*Aplysilla rosea*.

Bien que cet auteur n'ait pu suivre pas à pas le développement d'aucune Aplysinide, il rencontra sur des coupes un stade de la larve d'*Aplysilla sulfurea*, encore enfermée dans sa capsule de mésoderme; et si ces coupes ne lui montrèrent pas les cellules spéciales de la partie postérieure de *Verongia* (*Aplysilla*) *rosea*, elles lui permirent du moins de constater que l'intérieur n'est pas rempli d'une matière fluide, mais bien d'un tissu qu'il compara au tissu cartilagineux des animaux supérieurs. Grâce à ce complément d'informations, on connaît bien aujourd'hui les embryons de *Verongia rosea*.

Ceux de *Dysidea fragilis*, Johnst., au contraire, n'avaient point jusqu'à présent été observés.

F.-E. Schulze, en 1879 [2], supprima (d'accord en cela avec O. Schmidt, 1870) le genre *Dysidea*, Johnston, au profit du genre *Spongelia*, Nardo, les deux noms lui paraissant synonymes. Mais, comme il n'eut l'occasion d'examiner que quelques stades seulement d'une seule *Spongelia pallescens*, l'opportunité de cette fusion n'avait pas été démontrée par l'embryogénie.

Nous sommes plus avancés aujourd'hui que nous avons réussi à suivre jusqu'à sa fixation la larve de l'ancienne *Dysidea fragilis*; cette étude va nous permettre de décider ici s'il s'agit réellement d'une *Spongelia*, et de compléter, au cas où l'opinion de Schulze s'imposerait, ce qu'on avait surpris de l'évolution embryonnaire de ces éponges.

C'est en juillet-août que *Dysidea fragilis* se reproduit. A la fin de juillet, ses œufs, à l'état de *morula*, sont d'un blanc pur uniforme : leur taille est relativement grosse, puisqu'ils atteignent environ $0^{mm},6$-$0^{mm},7$ de diamètre. Très nombreux, ils ne sont point accumulés en un lit continu à la base de l'éponge (comme cela a lieu dans *Verongia rosea*), bien que toujours ils soient plus abondants là qu'ailleurs et qu'on les trouve de plus en plus rares en allant vers la périphérie; ils sont épars et en relation, pour la plupart, avec d'étroits canalicules par où les embryons gagneront les canaux principaux du système aquifère. A cet état ils sont difficiles à dégager : leur masse très molle et semi-fluide s'écoule par les blessures qu'on fait à leur coque adventice et les

[1] *Zeitschrift f. wiss. Zoologie*, Bd XXX, *Die Familie der Aplysinidæ*.
[2] *Ibid.*, Bd XXXII, *Die Gattung Spongelia*.

fibres squelettiques rigides, pleines de corpuscules siliceux souvent énormes, qui les entourent rendent leur dissociation excessivement délicate. Ces œufs paraissent riches en matières grasses et sont rapidement noircis par les vapeurs d'acide osmique.

Dans la première moitié d'août, la segmentation étant très avancée, les œufs deviennent opaques et présentent quelque part une tache d'un rouge vif tranchant sur le blanc pur du reste de leur masse : c'est la calotte colorée qui a fait son apparition pendant que les éléments de la *morula* se différenciaient en deux couches cellulaires pour former une *planula* d'abord dépourvue de cils. La calotte colorée est très petite par rapport à la masse totale ; elle est généralement annulaire avec des bords assez nets, mais souvent aussi il arrive que la région limitée par cet anneau possède une coloration rouge diffuse s'effaçant progressivement vers le centre. L'anneau coloré se distingue même à l'œil nu.

Les œufs les plus avancés, enveloppés de leur coque contractile, se couvrent alors de cils. Sous le microscope, ces œufs, encore sensiblement sphériques, se montrent constitués par deux sortes d'éléments : de petites cellules, finement granuleuses, mesurant 6 μ de diamètre, disposées sur une seule couche, revêtent tout l'embryon; elles sont incolores, à l'exception de celles qui composent l'anneau. Ces dernières contiennent en effet une forte accumulation d'un pigment rouge foncé dont il n'existe plus que des traces dans celles occupant le centre de la calotte. Toutes ces cellules portent un cil d'une vingtaine de μ. Ce sont aussi des cellules qui forment la masse interne, de grosses cellules incolores de 15 μ de diamètre, pleines de granules réfringents, et tout à fait semblables à celles de la partie postérieure des embryons de Calcisponges nouvellement mis en liberté : il y a loin de cela à un *plasmodium*.

Il faut d'ailleurs complètement abandonner l'idée d'un *plasmodium*, même pour les embryons des Silicisponges. Déjà, à l'exemple d'O. Schmidt et de Carter, nous avions réussi à distinguer des éléments cellulaires dans la calotte colorée de certaines *Reniera*. Nous savions, d'autre part, que F.-E. Schulze avait montré avec la dernière évidence que la masse interne des larves des Fibrosponges est composée de cellules; c'était aussi ce que E. Metschnikoff avait constaté chez les Myxosponges. Après avoir étudié les embryons de *Dysidea fragilis*, nous avons enfin pu acquérir la certitude que ceux des Silicisponges n'en diffèrent nullement, et découvrir même, ainsi que Metschnikoff l'avait fait sur *Halisarca Dujardinii*, de belles cellules conjonctives en rosette parmi les éléments internes des embryons d'une de nos *Reniera* (*R. angulata typica*). Cette dernière remarque a une importance considérable : il n'est pas douteux que, de même que les cellules digestives pigmentées, les cellules conjonctives dépendent du mésoderme ; en outre, on sait très bien que les cellules externes ciliées de l'embryon deviennent après la fixation les cellules contractiles de revêtement ; de sorte qu'on peut reconnaître sur les larves des Eponges gélatineuses, siliceuses et fibreuses[1] l'ectoderme (revête-

[1] Ces deux derniers groupes sont étroitement alliés ; et Schulze semble aussi avoir vu des cellules conjonctives (éparses, grosses, à granules réfringents d'un fort calibre) dans la larve d'*Aplysilla sulfurea*.

ment cilié) et le mésoderme (masse cellulaire interne). Quant à l'endoderme, il est peut-être de formation secondaire, mais, plus vraisemblablement, il doit être représenté par les cellules de toute la calotte postérieure (avec ou sans concentration de pigment), qui sont généralement beaucoup plus différenciées qu'ici.

A la fin d'août, les embryons de *Dysidea fragilis* sont en état de quitter leur mère ; on les trouve remplissant les canaux aquifères, prêts à gagner l'extérieur. Normalement ils sont cylindro-coniques ; leur partie antérieure, celle qui marche toujours en avant, est arrondie ; à leur partie postérieure, la base du cylindre s'invagine, l'anneau coloré marquant le bord de l'invagination. La segmentation des éléments cellulaires ayant continué, leurs dimensions ont diminué sensiblement tandis que leur nombre augmentait. Les cellules de la surface, extrêmement nombreuses, serrées les unes contre les autres, mesurent maintenant à peine 4 μ de diamètre, les cellules internes n'atteignant plus que 10 μ. De plus il est visible que les matières de réserve sont épuisées, car l'embryon n'est plus noirci que très lentement par l'acide osmique. Les cellules externes sont munies chacune d'un cil long d'environ 25 μ; à l'extrémité antérieure ces cils sont peut-être un peu plus courts, mais la chose n'est guère sensible ; les cils des cellules de l'anneau sont d'autant plus longs que celles-ci occupent une position moins excentrique ; quant aux cellules incolores ou à coloration diffuse de l'invagination, elles portent des flagellums robustes, longs en moyenne de 150 μ, sur le rôle desquels nous aurons bientôt à revenir. Les cellules internes ne sont pas très nombreuses. Quand on réussit à les dissocier on constate qu'elles sont amiboïdes ; elles se cherchent à l'aide de leurs pseudopodes. En place, elles se mettent toutes en rapport entre elles par des prolongements protoplasmiques filiformes.

Quand l'embryon nage, les cils, frappant l'eau d'avant en arrière, lui servent de rames, tandis que le bouquet de flagellums fait fonction de gouvernail. S'il est au repos, les flagellums se tiennent raides et divergent; se met-il en marche, ils se tordent du côté dont il faut diminuer la vitesse pour changer la direction latéralement ou verticalement; se lance-t-il enfin en droite ligne, ils se ramassent en une touffe et convergent à leur extrémité.

La forme des embryons libres change d'un instant à l'autre. Je disais plus haut qu'elle est normalement cylindro-conique, mais très souvent la partie antérieure se creuse, à quelque distance du sommet du cône, d'un sillon circulaire parfois à peine indiqué, rarement profond, déterminant l'apparition d'une papille qui rappelle celle des larves de *Verongia rosea* ; mais il n'y a là qu'une ressemblance fortuite et nullement une homologie : la papille de nos embryons n'est pas fixe et ne perd pas ses cils. Le tissu lâche de l'intérieur se prêtant admirablement aux variations de la couche externe, celle-ci présente fréquemment des replis longitudinaux ou circulaires. Dans beaucoup de cas où il existe une papille temporaire, la lèvre du sillon s'allonge au point que cette papille se trouve entourée d'une large collerette. Souvent enfin l'embryon s'aplatit tout à fait dans le sens de sa longueur et, en nageant, tourne autour de son grand axe. Cela suffit à donner une idée des divers aspects que l'on peut rencontrer.

Au bout de quelques jours, les embryons s'arrêtent. Ils tournent d'abord rapidement sur place au fond des cuvettes où on les a mis en observation, pivotant sur leur partie antérieure ; ce mouvement de rotation cesse bientôt lui-même, les cils continuent à s'agiter, mais la petite éponge ne bouge plus ; puis les flagellums et les cils disparaissent peu à peu et la fixation s'opère : la couche cellulaire externe prend adhérence au verre et s'étale même plus ou moins pour augmenter la surface de contact. J'ai bien suivi une cinquantaine de ces larves : *toutes se sont fixées par leur partie antérieure*. Leur partie postérieure se montrait alors de face ; l'anneau coloré y persistait longtemps et s'effaçait enfin.

Un jour, malheureusement l'eau versée dans les cuvettes, ayant longuement séjourné dans un des conduits du laboratoire, détermina irrémédiablement l'arrêt de ce développement intéressant. Mais nous en savons assez pour comparer avec fruit ce que Schulze a décrit avec ce que nous avons nous-même observé.

La larve de *Spongelia pallescens* a exactement la forme de celle de *Dysidea fragilis*, Johnst. et toutes deux possèdent une calotte colorée ; il est vrai que, pleine dans l'éponge de l'Adriatique, celle-ci est annulaire dans l'éponge de la Manche, mais il ne faut pas faire grand cas de cette différence : elle n'est même pas spécifique, puisque, d'après H.-J. Carter, l'aspect de la calotte varie dans les mêmes proportions chez *Reniera simulans*. Schulze n'a pas vu de flagellums ; à cela rien d'étonnant : il n'a pas eu occasion de prendre connaissance des derniers stades du développement et l'on sait que, dans toutes les éponges, ce n'est qu'au moment où va commencer la vie libre que ces appendices font leur apparition. Nous ne sommes véritablement en désaccord que sur un point. Schulze donne aux cellules externes trois ou quatre noyaux confinés dans leur partie basilaire. Pour nous, nous n'avons jamais pu leur en trouver qu'un seul, rond, assez gros, qui se colore fortement par le picro-carmin. Ces cellules sont si petites que les coupes, si minces qu'on les obtienne, en présentent toujours une certaine épaisseur ; il se peut que Schulze ait été trompé par quelque apparence.

Ce point litigieux à part, les deux larves sont d'une similitude parfaite, et l'embryologie vient confirmer ce que l'anatomie faisait admettre : *Dysidea fragilis* est une *Spongelia*.

XI

VITALITÉ DES TISSUS CHEZ L'AMPHIOXUS.

Voici une observation qui me paraît curieuse — peut-être a-t-elle été déjà faite par d'autres naturalistes. On a tant étudié l'Amphioxus, on a tant écrit sur lui, qu'il y aurait beaucoup à lire pour savoir si l'on n'a pas vu les faits que je vais rapporter.

Vaut-il bien la peine de faire toute une longue bibliographie pour accompagner une aussi simple relation ? Je ne le pense pas.

Pour une conférence faite devant l'Association française pour l'avancement des sciences, j'avais fait pêcher, au laboratoire Arago, une trentaine d'Amphioxus qui traversèrent la France, en février, par un grand froid. En arrivant à Paris, les bocaux étaient remplis d'aiguilles de glace. Les animaux n'en étaient pas moins fort vifs, fort excitables, et quand on les éclairait par la lumière électrique, ils s'agitaient avec une rare et grande agilité.

Quelques jours après, la plupart furent adressés à mes collègues des Facultés de province, où ils arrivèrent en très bon état. Il y avait bien alors une quinzaine de jours qu'ils avaient été pêchés et qu'ils vivaient dans la même eau.

Il n'en fut conservé que quelques-uns seulement à la Sorbonne. Un jour, le garçon du laboratoire, ancien quartier-maître torpilleur, dont les habitués du laboratoire ont pu apprécier la complaisance et surtout l'activité et l'intelligence, Joseph Jezequel, vint me dire ce qu'il avait vu et, en observateur qu'il est, me montrait ce qui l'avait, avec raison, vivement frappé. Ayant reçu de l'eau de mer fraîche, je l'avais engagé à la renouveler, et recommandé de surveiller les animaux.

L'un des animaux avait perdu la partie correspondant à la bouche et à la cage pharyngienne branchiale, ainsi qu'à la cavité viscérale ; il était blanc et opaque, et n'avait plus cette demi-transparence si caractéristique des vivants. Il ne représentait plus qu'une bandelette renfermant encore la corde dorsale.

En le prenant avec la pince, cet être, qui avait perdu la moitié de lui-même par la putréfaction, se raidissait et, par ses contractions musculaires, reprenait son apparence primitive. Le fait m'intéressant, j'eus recours à la pince électrique, propre à exciter les contractions musculaires et, sur ce cadavre dont une bonne moitié était pourrie, je déterminai, pendant toute une journée, des contractions qui étaient telles, que la bandelette, représentant le reste du corps, se soulevait en se raidissant et quittait parfois la plaque de verre sur laquelle elle était couchée.

Ces observations montrent que la vie ne s'éteint pas en même temps dans toutes les régions du corps chez ce dernier des vertébrés, et que, malgré des pertes de substance énormes et un séjour dans un milieu infect, la vie, chez les muscles restés intacts, n'a pas disparu. Néanmoins, à côté de ce cas vraiment curieux de vitalité persistante, on trouve des animaux asphyxiés complètement par un séjour relativement moins prolongé dans une eau non renouvelée, mais cependant encore pure.

H. DE L.-D.

XII

AU SUJET DU GENRE *DELAGIA*.

La Direction des Archives a reçu en même temps deux notes de MM. les professeurs Joyeux-Laffuie et E. Ehlers, au sujet du travail qui a été publié dans le dernier numéro des Archives, sur le Bryozoaire *Delagia*.

Elle se fait un devoir de publier ces deux notes.

H. DE L.-D.

NOTE DE M. LE PROFESSEUR JOYEUX-LAFFUIE.

M. Ehlers a publié en 1876, dans *Abandl. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. Göttingen, XXI,* un mémoire sur un animal nouveau auquel il a donné le nom d'*Hypophorella expansa*. L'*Hypophorella expansa* est un Bryozoaire voisin du *Delagia Chætopteri* que j'ai fait connaître dans une note à l'Académie et sur lequel j'ai donné de plus amples renseignements dans un mémoire inséré dans le présent volume des *Archives de zoologie expérimentale* (2e série, t. VI, 1888, p. 135-154, pl. VIII). Je regrette de n'avoir pu consulter le mémoire de M. Ehlers, qui a paru dans une publication peu connue des zoologistes et qui fait complètement défaut dans les bibliothèques de province.

Cela m'eût évité de créer un genre nouveau et m'eût épargné beaucoup de temps passé à observer certains faits déjà vus par M. Ehlers.

Quoi qu'il en soit, je ne regrette qu'en partie cette omission bibliographique, car, si le genre *Delagia* doit disparaître, j'ai observé, comme il arrive généralement en pareil cas, des faits qui n'ont pas été vus par M. Ehlers. Mais, d'autre part, M. Ehlers a décrit avant moi des faits dont je dois lui reconnaître la priorité. Je me propose, après avoir pris plus complètement connaissance de son travail, de faire la part qui revient à chacun de nous. Ce sera le sujet d'une note qui paraîtra prochainement dans les *Archives de zoologie expérimentale*.

J. Joyeux-Laffuie.

Luc-sur-Mer, janvier 1889.

NOTE DE M. LE PROFESSEUR E. EHLERS.

Delagia Chætopteri (J. Laff.), synonyme de *Hypophorella expansa* (Ehl.).

Dans les *Archives de zoologie expérimentale* (année 1888, n° 1), M. Joyeux-Laffuie a décrit un Bryozoaire qui se trouve dans les tubes du Chétoptère, rampant avec des stolons non seulement à la surface, mais aussi dans l'épaisseur de la paroi des tubes. Dans l'opinion que cet animal n'avait pas été décrit, l'auteur l'a nommé *Delagia Chætopteri*.

Cependant, cette opinion n'est pas juste, car la *Delagia Chætopteri* est sans doute le même Bryozoaire que celui que j'ai décrit, il y a douze ans, sous le nom de *Hypophorella expansa*, dans un mémoire [1] où je proposais d'établir l'ordre des Bryozoaires stolonifères.

Comme j'avais trouvé les colonies étendues de cet animal seulement dans la substance des tubes cornés et très incrustés de la *Terebella* (Lanice) *conchylega*, ver très commun sur les plages sablonneuses de nos côtes, je pris ces commensaux pour des mineurs qui creusent leurs galeries dans l'épaisseur des tubes de cet annélide.

[1] *Hypophorella expansa, ein Beitrag zur Kenntniss der minirenden Bryozoen.* Mit 5 tafeln. *In Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen,* Band XXI, in-4°. (Göttingen, 1876.)

C'est ici qu'il y a une différence remarquable entre les observations de M. Joyeux-Laffuie et les miennes; car, dans les tubes du Chétoptère, la colonie du Bryozoaire rampe d'abord à la surface interne des tubes et est enfouie ensuite dans l'épaisseur de la paroi des tubes par une superposition de lames sécrétées par le ver, tandis que, d'après mes observations dans les tubes de la Terebelle, le Bryozoaire s'étend, comme un mineur, avec ses stolons croissant en dedans de la substance cornée des tubes.

Cette différence n'a peut-être pas d'importance, et peut tenir à la différence des Annélides avec lesquels le Bryozoaire a établi ses rapports familiers ; et les observations de M. Joyeux-Laffuie ont beaucoup d'intérêt, parce que cette position superficielle des colonies du Bryozoaire dans les tubes du Chétoptère, observée par lui, facilitera les recherches des zoologistes qui souhaitent étudier ces animaux dont le pouvoir de creuser ne peut pas, selon mon opinion, être contesté.

Mais dans nos catalogues systématiques des Bryozoaires, déjà fort encombrés, la *Delagia Chætopteri* ne pourra entrer que comme synonyme de l'*Hypophorella expansa*.

E. Ehlers.

Gœttingen, janvier 1889.

XIII

LE SYSTÈME NERVEUX GRAND SYMPATHIQUE DE L'AMMOCÈTE (*PETROMYZON PLANERI*),

Par Ch. Julin,
Chargé de cours à l'Université de Liège.

(Communication préliminaire, *Anatomischer Anzeiger*, 15 mars 1887.)

Jusqu'ici, malgré les recherches les plus minutieuses, on en était réduit à refuser aux Cyclostomes un grand sympathique comparable à celui des autres Vertébrés et à penser que les fonctions du sympathique étaient accomplies, chez ces Poissons, par les filets viscéraux du pneumo-gastrique, ou à admettre avec Owsjannikow que, chez eux, le grand sympathique est représenté seulement par des cellules ganglionnaires éparses dans les viscères et sans relation aucune avec le système nerveux central (cœur), ou réunies à lui secondairement par des rameaux du pneumo-gastrique.

M. Julin a trouvé, chez le *Petromyson Planeri*, un grand sympathique parfaitement distinct et fort intéressant en ce qu'il présente, dans sa conformation, une disposition probablement primitive. Il a obtenu ce résultat en étudiant des *P. Planeri* de 15 à 18 centimètres de long, sur des séries complètes de coupes très minces.

L'auteur distingue un système sympathique *profond*, représenté par des ganglions assez mal limités, quoique bien nets, annexés aux viscères (intes-

tin, reins, cœur, foie), qui envoient des fibres aux organes correspondants et qui sont reliés à un système sympathique *superficiel,* beaucoup plus intéressant.

Celui-ci est formé par des ganglions nettement limités, entourés d'une membrane et formés d'un délicat reticulum conjonctif, dans lequel sont des cellules ganglionnaires dont les prolongements se continuent dans les nerfs. Ces ganglions forment deux rangées latérales sur les côtés de l'aorte, entre celle-ci et la veine cardinale, à laquelle ils sont plus particulièrement annexés. Ils commencent au niveau du 12e ganglion spinal et s'arrêtent au niveau du 64e, c'est-à-dire un peu en avant du cloaque qui correspond au 70e. Il y en a normalement une paire pour chaque paire spinale, dorsale ou ventrale; mais leur disposition métamétrique est quelquefois obscurcie par le fait que le ganglion peut être un peu déplacé ou parfois divisé en deux ou trois masses secondaires reliées entre elles par de courts filets nerveux.

Ces ganglions sont entièrement indépendants les uns des autres; il n'y a aucune trace de ce double cordon sympathique, si caractéristique dans les autres Vertébrés, et c'est là la disposition particulière aux Cyclostomes que l'auteur considère avec toute apparence de raison comme primitive.

Mais les ganglions sympathiques ne sont point indépendants du système nerveux cérébro-spinal. Ils sont reliés chacun par un filet nerveux au nerf spinal, ventral ou dorsal correspondant.

Si l'on admet (ce qui ne paraît pas douteux) que les nerfs spinaux, ventraux et dorsaux de l'*Ammocetes* et du *Petromyzon* sont homologues respectivement aux racines spinales, ventrales et dorsales des Vertébrés supérieurs et sont, comme celles-ci, les premières motrices, les secondes sensitives, on reconnaîtra que les éléments nerveux, moteurs et sensitifs, sont, chez l'*Ammocetes,* séparés dans le sympathique, comme cela a lieu dans ses nerfs spinaux.

Ces faits présentent un très grand intérêt, non seulement pour l'anatomie spéciale des Cyclostomes, mais aussi au point de vue de la phylogénèse du système nerveux.

XIV

PRIX PROPOSÉ POUR LA DÉCOUVERTE DE LA NATURE DU POISON QUI SE DÉVELOPPE DANS LES POISSONS, ET SUR LES MOYENS DE LE COMBATTRE.

La fréquence des cas de mort causée par la consommation du poisson salé non cuit, particulièrement parmi les populations habitant le long des cours d'eau poissonneux, a décidé le Comité des pêcheries de la mer Caspienne de faire appel aux savants afin d'arriver, par l'étude de la nature même du poison, à pouvoir indiquer les moyens efficaces de combattre le mal; à cet effet, le Comité a déposé au Comptoir d'Astrakan de la Banque d'État une somme de 5000 roubles, destinée à former un prix pour la solution de la question

sur la nature du poison qui se développe dans les poissons salés, et sur les moyens de le combattre.

La question mise au concours est celle-ci :

1° Définir, par la voie d'expériences exactes, la nature, tant physique que chimique, du poison qui se développe dans les poissons ;

2° Etudier, en expérimentant sur les animaux, l'effet de ce poison sur le cœur, la circulation du sang, les organes digestifs et le système nerveux;

3° Déterminer la promptitude de l'absorption du poison par les organes digestifs;

4° Étudier et décrire les signes caractéristiques dont on pourrait se servir pour distinguer le poison contaminé de celui qui ne l'est pas ;

5° Indiquer les moyens pour préserver le poisson contre le développement des éléments toxiques;

6° Indiquer le contrepoison et les moyens de secours médical à donner aux personnes empoisonnées.

Le terme du concours est fixé à cinq ans; sont invités à y prendre part les savants du pays, ainsi que de l'étranger; les ouvrages pour ce concours pourront être écrits en langues russe, latine, française, anglaise ou allemande, et être présentés manuscrits ou imprimés. Les ouvrages devront parvenir au plus tard le 1er janvier 1893, au ministère des domaines de l'empire; passé cette date, toutes les pièces du concours seront envoyées par ce ministère à une commission formée, sous la présidence du président du Conseil médical du ministère de l'intérieur, de deux membres délégués par l'Académie impériale des sciences, d'autant de membres représentant l'Académie médicale militaire, et de deux membres adjoints à la Commission par la Société d'hygiène publique. Cette commission sera tenue de présenter, au plus tard le 1er janvier de l'année 1894, son rapport au ministre des domaines, qui, conformément aux conclusions de ce rapport, donnera des ordres nécessaires pour faire toucher le prix de 5 000 roubles à l'auteur du mémoire qui sera reconnu être une solution suffisante de la question mise au concours. Ne sera pas considéré comme obstacle à l'adjudication de ce prix, le mémoire qui, tout en offrant une solution suffisante du problème dans ses parties essentielles, ne donne pas de réponse satisfaisante aux questions énoncées sub 4° et 5° ci-dessus. Si, parmi les mémoires présentés, il ne s'en trouve pas un seul donnant une solution satisfaisante du problème dans ses parties essentielles, la Commission pourra décerner, comme *accessit*, le montant des intérêts dudit capital accumulés pour les cinq années, au mémoire qui donnerait la solution d'*une partie quelconque* du problème, et apporterait par là des lumières nouvelles pour la connaissance de la véritable nature dudit poison.

Le directeur : H. DE LACAZE-DUTHIERS.

Le gérant : C. REINWALD.

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE

ET GÉNÉRALE

LE PRINCIPE DE L'HÉRÉDITÉ

ET

LES LOIS DE LA MÉCANIQUE

EN APPLICATION A LA MORPHOLOGIE DE CELLULES SOLITAIRES [1]

PAR

MARDOCHÉE-WOLDEMAR KHAWKINE

Assistant à l'Institut de physiologie à Genève.

Le *Paramæcium Aurelia* (fig. 1) appartient, comme on sait, au nombre des plus grands infusoires. Sa longueur, mesurée sous le microscope, atteint 25 centièmes de millimètre, la largeur 5 centièmes. Le corps protoplasmique, mou et transparent, laisse voir deux couches différentes : la couche périphérique et le contenu intérieur. La première présente un sac allongé et fermé, coupé au-dessous de sa longueur par l'ouverture buccale (indiquée sur toutes les figures par *a*). Ce sac, beaucoup plus solide que la masse centrale du corps, a une forme et une construction intérieure tout à fait déterminées, si bien que sa forme détermine la forme de tout l'infusoire. La masse centrale est au contraire plus liquide, se trouve dans un mouvement de

Fig. 1.

[1] Communication faite à la Société des Naturalistes de la Nouvelle-Russie.

rotation presque continuel et ne joue pas de rôle déterminant dans la formation des contours de l'infusoire. A l'extérieur, le corps du Paramécie est couvert d'une couche de mucosité solidifiée, la soi-disant *cuticule*.

Au commencement de sa vie individuelle, l'infusoire se présente à nous dans une forme très simple. Cela arrive quand l'animal-mère, sensiblement agrandi, se partage par une entaille annulaire en deux parties (fig. 2) et que les deux moitiés se séparent l'une de l'autre sous

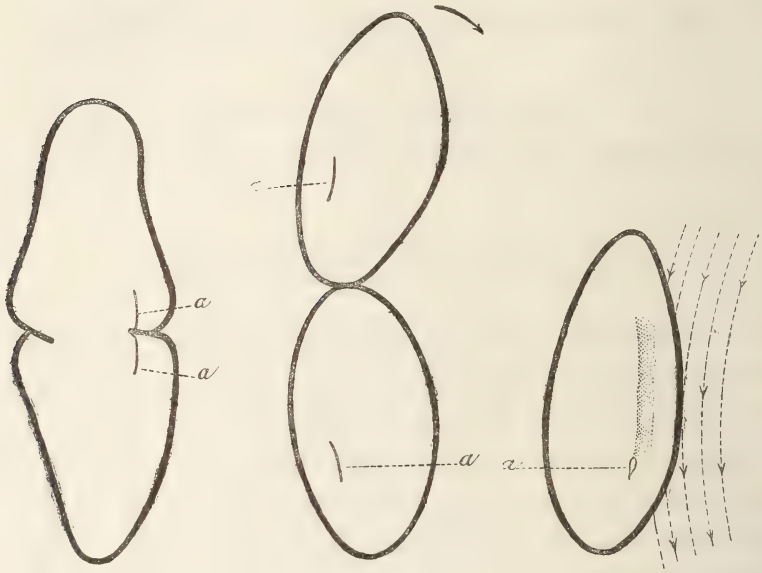


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

la forme de deux jeunes organismes indépendants (fig. 3). La forme de l'infusoire, presque ovale ou elliptique, se rapproche alors de celle d'un solide de révolution, avec la surface extérieure complètement lisse et une ouverture allongée (la bouche *a*) d'un côté (fig. 3). Ordinairement les jeunes infusoires nouvellement séparés ne se mettent pas tout de suite à nager ; ils restent pendant un assez grand laps de temps à la même place, produisant devant l'ouverture buccale un tourbillon incessant dans l'eau environnante (fig. 4). On peut atteindre

d'autres résultats en mettant l'infusoire, en train de se diviser, dans des conditions exceptionnelles, par exemple la transportant, avant la division définitive, dans de l'eau fraîche. La forte diffusion des liquides et des gaz qui commence dans un tel infusoire, le surexcite au point qu'il se met à nager avec une rapidité extraordinaire dans la goutte d'eau où se fait l'examen. Cet état d'agitation dure parfois quelques dizaines de minutes ; si la division définitive de l'infusoire s'opère pendant ce temps, les jeunes ne s'arrêtent pas et continuent le même mouvement intense et rapide en avant. Cependant leur manière de nager est assez irrégulière dans les premiers temps, et souvent on peut voir comment l'organisme antérieur surtout, malgré ses plus énergiques efforts pour avancer, se retourne une dizaine de fois sur la même place, avant de réussir à avancer quelque peu.

Le jeune organisme ne reste pas longtemps dans la forme ovale ou elliptique nommée plus haut. Du côté où se trouve l'ouverture buccale se forme bientôt un enfoncement allongé, droit et étroit au commencement, à peine remarquable sur le reste de la surface arrondie. Peu à peu la creusure se marque plus distinctement et devient plus profonde. Un de ses bords est raide et distinct, l'autre se confond insensiblement avec le reste de la surface du corps (fig. 4). Au bout d'un certain temps, pendant lequel tout l'organisme et la creusure deviennent plus longs, cette dernière perd sa direction droite et se contourne peu à peu en spirale très raide. Cette circonstance, en relation avec l'enfoncement plus profond du creusement et avec quelques autres détails, dont on parlera plus bas, change complètement le *habitus* de l'infusoire et le fait approcher de cette forme particulière à laquelle il doit son nom de *pantoufle* (fig. 1). Le creusement (1) se transforme alors en ce qu'on nomme *péristome*, ou fosse

(1) Dans la figure 1 et les suivantes n'est représenté que le côté rapide de l'enfoncement.

Dans l'exposition suivante, nous prenons l'extrémité supérieure pour l'antérieure, et la paroi avec l'ouverture buccale pour paroi ventrale de l'infusoire. En commençant de l'ouverture buccale, le creusement va s'élargissant jusqu'au bout antérieur de l'infusoire.

buccale. La destination de cette fosse, comme il existe chez le Paramécie, consiste en ce que, pendant le tourbillon produit par l'infusoire dans l'eau environnante (fig. 4), la nourriture, entraînée par l'eau, glisse sur le corps de l'infusoire, entre dans le péristome et se dirige, le long de ce dernier, vers l'ouverture buccale qui se trouve à son bout. Chez quelques autres infusoires, le péristome se trouve sous la forme d'une large poche, avec l'ouverture buccale au fond ou de côté, et joue le même rôle que chez le Paramécie, dans des conditions quelque peu différentes.

Ainsi le *Paramœcium Aurelia,* au commencement de sa vie individuelle, n'a pas de péristome, mais le reçoit seulement dans la suite. Nous avons ici devant nous un organisme unicellulaire, qui, malgré toute la simplicité de son organisation, traverse pendant sa vie une certaine série de développement, et la répète dans toutes ses générations. On a déjà fait de pareilles observations sur d'autres infusoires ciliés, et le phénomène indiqué a attiré l'attention des spécialistes. Pour expliquer une telle voie de développement dans le domaine des organismes supérieurs, il existe une théorie déterminée et solidement établie, suivie présentement par la plus grande partie, pour ne pas dire par tous les biologues modernes ; c'est l'explication à l'aide des principes du darwinisme. On n'a pas tardé à appliquer cette théorie aux organismes microscopiques, et les premiers pas faits dans cette direction viennent d'une école très compétente. Dans un des ouvrages sortis, dans les derniers temps, du laboratoire de M. Bütschli et contenant quelques procédés nouveaux de la recherche expérimentale et théorique, nous trouvons une explication très détaillée au sujet du développement du péristome chez la *Bursaria truncatella,* phénomène déjà décrit par des auteurs précédents. Dans les traits généraux, le développement du péristome chez cet infusoire se fait de la même manière, comme nous le voyons chez le *Paramœcium aurelia*. En commençant son existence indépendante (après la scission de l'infusoire-mère), le jeune organisme se rapproche par sa forme d'un solide de révolution ; ensuite il passe, déjà dans le

courant de sa vie individuelle, par une série de métamorphoses dont le résultat est la formation d'un péristome en forme de poche et quelque peu en spirale, l'enfoncement et la saillie de différentes parties du corps et le changement de l'infusoire en forme de bourse (*Bursaria*). Tel est le développement individuel de cet organisme, son ontogénèse. Conformément aux principes du darwinisme, on donne à ces phénomènes l'explication suivante : tous les caractères individuels qui se développent consécutivement dans la Bursarie, lui viennent, de par les lois de l'hérédité, de ses ancêtres. Dans la vie passée de ces derniers, dans l'histoire du développement de l'espèce, existaient plusieurs époques, et, dans la plus ancienne de toutes, les ancêtres de la Bursarie représentaient des organismes de la forme d'un corps de rotation ; de cette époque il est resté en héritage à la Bursarie contemporaine l'état dans lequel elle commence sa vie individuelle. Dans une époque plus récente, les ancêtres de la Bursarie se présentaient avec un péristome légèrement enfoncé, dont les bords étaient complètement droits, parallèles à l'axe du corps ; la Bursarie contemporaine répète cette phase du développement historique quelque temps après sa naissance. Enfin, dans la dernière époque, les ancêtres de la Bursarie ont reçu un péristome beaucoup plus compliqué, avec des bords en spirale et avec toute une série d'appareils détaillés, et la jeune Bursarie arrive enfin au même péristome et à la même forme extérieure du corps. Ainsi la Bursarie doit tout son développement personnel à la fatale loi de l'hérédité, qui, pendant peu de temps, la fait passer par toute la série de changements subis par ses ancêtres pendant le développement historique de l'espèce (*Schuberg*).

Revenons maintenant aux changements suivants dans la forme extérieure du Paramécie. Nous nous sommes arrêtés là où le jeune organisme, qui avait au commencement la forme régulière d'un ellipsoïde ou d'un œuf, reçoit sur la surface buccale une gouttière allongée (le péristome), et comment cette dernière devient peu à peu plus profonde et prend une direction un peu courbée. La plus im-

portante particularité qui s'ajoute ensuite au caractère décrit plus haut, est celle-ci : à mesure que l'infusoire nage dans l'eau environnante et commence à mener sa vie normale, sa partie postérieure croît, augmente et devient considérablement plus large que la partie antérieure (fig. 1). Sur la partie plus étroite se trouve le péritosme qui donne à cette dernière la forme d'un demi-cône creux (quelque peu tordu), et déjà cette forme rappelle, jusqu'à un certain point, une pantoufle, la partie postérieure (la plus large) formant le devant de celle-là et la partie la plus étroite, le derrière. La ressemblance devient encore plus grande chez ceux de ces exemplaires qui ont le

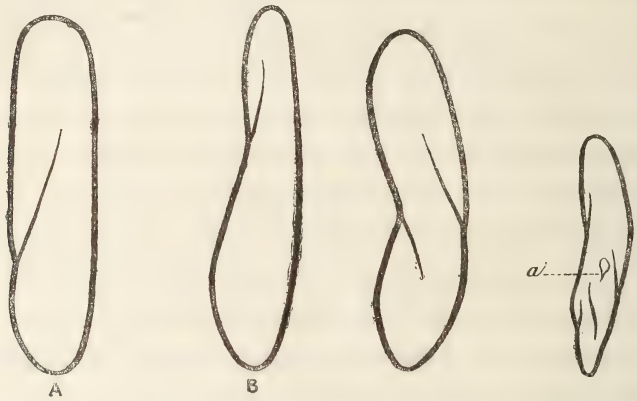


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

bout du corps en forme de calotte pointue, rappelant le bout d'une pantoufle. La figure 1 nous présente le Paramécie dans sa forme la plus caractéristique et ordinaire dans les bonnes cultures, différant considérablement de cette forme ovale ou elliptique sous laquelle nous le voyons au commencement de sa vie. Dans des conditions plus ou moins anormales, avec un manque de nourriture, le Paramécie maigrit, et sa forme se change de nouveau, le péristome devient plus large et plus profond; en général, la partie antérieure du corps s'aplatit et devient plus mince et plus large, de sorte que les bords des côtés de l'infusoire semblent, d'un côté, plus parallèles (fig. 5, A), et de l'autre, le bout antérieur du corps a la forme d'une

pelle avec une concavité demi-conique (fig. 5, B). Si les conditions anormales continuent, le corps du Paramécie s'aplatit sur toute sa longueur, se contourne, grâce au péristome, quelque peu en spirale (fig. 6); ensuite ses dimensions diminuent considérablement, il se ride et forme, dans différentes parties de son corps, des plis longitudinaux (fig. 7). Quand, au contraire, le Paramécie se trouve de nouveau dans des conditions de vie plus convenables, il commence à se rétablir, les plis de son corps s'effacent, l'état d'aplatissement passe, le péristome devient beaucoup plus étroit et moins profond, et tout le corps s'arrondit plus ou moins. Ces circonstances dépendent de l'épuisement et du rétablissement plus rapide de la masse centrale du corps en comparaison avec sa couche périphérique, — phénomène dont l'analyse plus détaillée n'entre pas dans le programme de cette communication.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, le corps protoplasmique du Paramécie est enfermé dans une enveloppe fine et transparente, la cuticule, qui se forme le plus probablement de mucosités endurcies, exsudées à la surface. Toute cette cuticule ou, en d'autres termes, toute la surface du corps, est parsemée chez le Paramécie de petits cheveux fins et transparents (les cils), disposés en rangées allongées et un peu en spirale (les cils ne sont pas dessinés sur les figures). Quand le Paramécie nage, il remue ces petits cheveux, en frappe l'eau comme avec des rames, et avance de cette manière. Quand il travaille faiblement avec les cils, son corps reste à la même place, mais il se produit autour de lui un tourbillon, pendant lequel les particules mangeables passent devant l'infusoire et sont attirées à lui (fig. 4). Dans ce cas, le Paramécie ne travaille pas avec tous ses cils, mais seulement ou principalement avec ceux qui sont disposés sur la surface buccale au fond du péristome. Ces cils sont un peu plus longs que les autres.

Bien que le microscope ne donne pas la possibilité d'établir quelque différence essentielle entre les cils qui couvrent le corps du Paramécie, nous devons néanmoins reconnaître que les cils de la

partie antérieure travaillent incomparablement plus fort et plus énergiquement que ceux de la partie postérieure, de sorte que quand l'organisme nage, sa partie antérieure tire, jusqu'à un certain point, tout le reste du corps et dirige tous ses mouvements. Je n'ai pas assemblé, pour cette communication, toutes les preuves que j'ai pour cette circonstance, mais j'en énumérerai les plus considérables. Quand le Paramécie, en nageant, trouve sur son chemin un milieu nuisible, s'arrête et recule avec force en arrière, il devient un peu plus court et plus large; cela doit être expliqué par ce que, dans le mouvement ordinaire, la partie antérieure tire le corps en avant et l'étend dans la longueur, tandis que pendant le reculement la même partie le dirige en arrière et le comprime longitudinalement à cause de la résistance de l'eau. On voit encore plus distinctement cet avantage des cils antérieurs quand il s'est formé sur le Paramécie un profond étranglement transversal (fig. 3), et qu'il a séparé la partie antérieure, la plus active du corps, de celle de derrière. Alors on voit clairement que c'est la partie antérieure qui dirige tous les mouvements de l'infusoire. Quand un tel Paramécie nage en avant, les deux moitiés sont disposées tout à fait en ligne droite ; quand il recule, la moitié postérieure se recourbe et forme avec l'antérieure un angle ; quand le Paramécie tourne d'un côté, les deux moitiés se courbent de nouveau et forment un angle ouvert du côté vers lequel il tourne (voir fig. 3 ; le Paramécie tourne vers la flèche). Enfin, quand les deux moitiés se sont séparées, le jeune organisme antérieur nage plus rapidement que l'organisme postérieur[1] ; pour pouvoir faire une comparaison pareille, il faut placer le Paramécie avant sa division définitive dans une goutte d'eau fraîche; comme nous l'avons déjà dit avant, les jeunes organismes se mettent à nager, sans s'arrêter, avec une extrême vi-

[1] Nous ne pouvons certes pas encore expliquer pourquoi certains cils travaillent dans la cellule plus que les autres ; mais on peut s'attendre à ce que les cils soient plus travailleurs dans cette partie de la surface où se fait une plus grande diffusion de liquides, car celle-ci agit comme un flux de sang apportant des gaz frais et, outre cela, le procédé de la diffusion produit une agitation électrique et irrite le protoplasme. C'est de cette manière que peuvent s'être développées la contractilité spéciale

tesse, et quand leur mouvement devient régulier et droit, ils tournent très vite le long des bords de la goutte. Si la goutte d'eau est assez grande, on peut remarquer que, pendant que le frère antérieur fait, par exemple, trois ou quatre tours, le second n'en fait que deux ou trois.

Occupons-nous maintenant des conditions mécaniques dans lesquelles le Paramécie nage, et examinons de plus près le travail d'un certain cil *ab* (voy. fig. 8 ; ABC représente, en section longitudinale, la paroi de la partie antérieure de l'infusoire fortement grossie). Le Paramécie, se mettant à nager, le lève vers son bout antérieur et ensuite en frappe l'eau avec force comme avec une rame, il s'appuie sur l'eau dans la direction *cd*. Par la résistance de l'eau, le cil même supporte alors une pression égale et contraire à celle qu'il produit sur l'eau (force *cf*) ; cette pression est transmise au corps de l'infusoire au point *a* d'assujettissement du cil. De cette manière, dans ce point-ci, le corps du Paramécie est soumis à une pression vers la direction *af'*, parallèle à *cf*. On peut décomposer cette pression en deux forces, *ag* et *ah*, dont l'une, *ag*, parallèle à l'axe du corps, fait avancer le Paramécie en avant, et l'autre, *ah*, dirigée perpendiculairement à l'axe et pressant la paroi du corps, est anéantie par l'action du cil de l'autre côté,

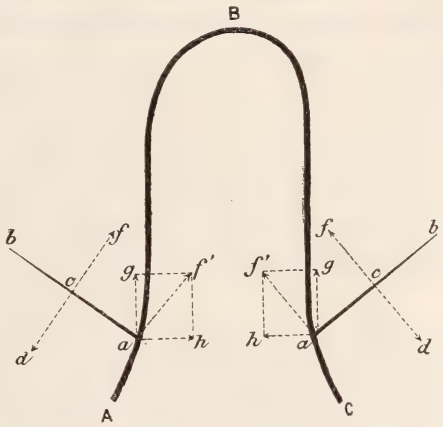


Fig. 8.

et l'activité prééminente du protoplasme et des cils dans le voisinage de l'ouverture buccale (comme on l'observe chez bien des infusoires), de même que l'activité prééminente des cils disposés près du bout antérieur qui appuie sur l'eau pendant le mouvement en avant. D'un autre côté, il faut tenir compte de ce que c'est la partie antérieure qui rencontre de nouvelles conditions et reçoit toutes les nouvelles impressions avant tout le reste du corps.

diamétralement opposé (voy. fig. 8). L'action d'une telle paire de forces opposées s'anéantit mutuellement dans le sens du mouvement du Paramécie ; mais les parois du corps éprouvent alors une faible pression, tendant à les rapprocher l'une de l'autre, à resserrer le corps. La force de cette pression nous est encore inconnue. Une telle action des cils opposés est complètement analogue à l'action des rames opposées, et ce détail doit être bien connu des amateurs de promenades en barque. Quand les rameurs frappent l'eau avec force en même temps des deux côtés opposés, non seulement la barque avance, mais encore elle craque et se resserre des deux côtés.

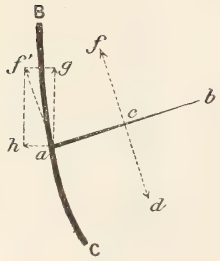


Fig. 9.

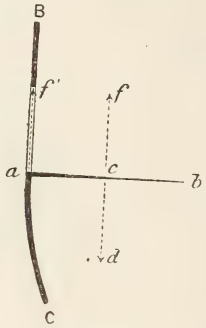


Fig. 10.

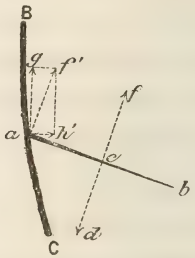


Fig. 11.

Passons maintenant à l'examen des moments suivants. A mesure que le cil *ab* s'abaisse (fig. 9; BC une partie de la paroi de côté du Paramécie), sa pression sur l'eau (*cd*) devient plus verticale, et la pression *af'* sur le corps, plus parallèle à l'axe de ce dernier; en même temps la force *ag* croît et la force *ah* décroît; la pression du cil sur le corps diminue et, à la fin, devient zéro, quand il prend la position horizontale (voy. fig. 10), ou plutôt perpendiculaire à la surface du corps. Quand le cil continue à descendre, comme c'est représenté sur la figure 11, la force horizontale prend la direction opposée, et la pression du cil sur le corps (*ah'*) devient négative.

Pendant la vibration du cil, trois cas différents peuvent avoir lieu. Dans le premier cas, le cil, dans son mouvement de haut en bas, ne descend pas au-dessous de la position horizontale, ou autre-

ment dit, ne sort pas du premier quart du cercle, c'est-à-dire du plus proche du bout antérieur; ou il en sort, mais décrit un plus petit arc dans le second quart que dans le premier. Le second cas a lieu quand tout se fait contrairement, et le cil se meut seulement dans le second quart du cercle, ou y décrit un arc plus grand que dans le premier. Enfin, dans le dernier cas, il décrit dans les deux quarts du cercle des arcs égaux. Si pendant tout le temps qu'il se meut de haut en bas, le cil presse l'eau avec la même force, le corps est soumis, *dans le premier cas,* à une pression positive qui le rétrécit des côtés avec une certaine force encore inconnue pour nous; *dans le second cas,* le corps est soumis à une pression négative, et les cils tendent à dilater ses parois; enfin, *dans le dernier cas,* le mouvement des cils reste indifférent dans le sens des changements de contours de la cellule. On obtient d'autres résultats, si, pendant leur mouvement de haut en bas, les cils ne pressent pas l'eau dans les différents quarts du cercle avec une force égale; mais il est inutile de s'arrêter là-dessus.

Nous avons donc, dans le travail des cils, un facteur qui *peut* changer les contours extérieurs de la cellule, et dans chaque cas particulier il faut s'assurer s'il y a là des conditions pour la pression des cils sur le corps, et si cela se fait dans le sens *positif* ou *négatif*. Quant au Paramécie, nous devons dire qu'il n'y a pas, dans toute la masse de faits que nous avons rassemblés, un seul indice qui démontre que le dernier cas ait lieu chez lui, et d'autre part, il y a une série de preuves que les cils produisent une pression positive sur son corps. Mais, pour pouvoir établir des conclusions correspondantes à ce fait, il n'est pas assez de connaître l'existence d'une semblable pression, il faut encore avoir la possibilité d'en déterminer *la force.*

La position préférée du Paramécie, quand il est tranquille, consiste en ce que, s'étant arrêté dans n'importe quel point commode, il adhère au verre ou à un autre objet par son bout antérieur et commence à travailler avec les cils du péristome. De cette manière,

comme cela a été dit plus haut, il produit auprès de la bouche un tourbillon (fig. 4) et attire à lui la nourriture. Pendant qu'il le fait, son corps recule lentement vers le côté opposé, et comme le bout antérieur reste assujetti, ce mouvement de côté se produit sous la forme d'un rayon se déplaçant autour du point d'assujettissement. Dans ce fait nous avons une des preuves les plus claires de ce que les cils actifs produisent une pression de côté sur le Paramécie; dans la position décrite, l'infusoire travaille exclusivement ou principalement avec les cils du côté ventral, et la pression de ces cils n'étant pas annulée par les cils opposés, cela fait reculer le corps dans le sens de la surface du dos. Quand l'infusoire n'est pas assujetti par son bout antérieur, le travail des cils du péristome fait reculer ce bout sur la surface du dos, c'est-à-dire qu'il retourne l'infusoire à la renverse. C'est de cette manière, quand il nage normalement, que le Paramécie opère tous ces détours de côté, c'est-à-dire en se renversant sur le dos (fig. 3, voir la flèche); en général, il se sert de ses cils buccaux dans tous les cas où il faut qu'il fasse un mouvement énergique, puisque ces cils sont plus longs et plus forts, apparemment à cause qu'ils sont employés plus souvent. Si l'on excite le Paramécie, en ajoutant au liquide dans lequel il nage un peu de carbonate de potasse (de 1/5 à 1/10 pour 100), il se jette impétueusement en arrière et nage longtemps à reculons en tâchant de sortir du milieu malsain; si cela ne lui réussit pas, il se met à se débattre avec ses forts cils buccaux et se trouve par cela dans un rapide mouvement de rotation autour du centre du corps. Cette rotation se produit naturellement toujours sur le dos (à la renverse), et dans toutes mes nombreuses expériences je n'ai jamais vu une seule exception à cette règle. La rotation décrite peut se prolonger incessamment pendant quelques dizaines de minutes[1].

[1] Cette observation se rapporte naturellement non seulement au Paramécie, mais à toute une série d'autres infusoires d'une organisation semblable (munis d'un péristome latéral), tels que, par exemple, la *Colpoda cuculus*, le *Dileptus folium*, le *Chilodon cuculus*, les *Oxytrichiens*, sur lesquels j'ai eu l'occasion de faire cette expérience.

C'est de ce phénomène que j'ai voulu profiter pour mesurer la force avec laquelle le Paramécie frappe l'eau avec ses cils et avec laquelle ces derniers pressent son corps. Ce n'est naturellement pas la connaissance de la force absolue de cette pression qui avait de l'importance pour cette recherche, mais sa comparaison avec l'élasticité du corps du Paramécie, c'est-à-dire avec la force qu'il faut pour presser le corps, pour produire sur sa surface un enfoncement et modifier les contours de l'infusoire. Je me suis décidé, comme je l'ai expliqué dès le commencement à mon honorable collègue M. Choulguine, à employer pour cette expérience les balances tournantes de Coulombe, et au bout de quelque temps j'ai eu le plaisir de voir mon idée réalisée, bien que dans une forme qui ne me satisfaisait pas complètement. Je pensais que si l'on enlaçait un tel Paramécie tournant autour du centre du corps, dans le nœud d'un fil assez fin et assez fort, il arriverait bientôt qu'il tournerait tout à fait le fil et ce dernier l'enlacerait fortement dans le nœud ; et qu'à mesure qu'il continuerait son mouvement de rotation, le nœud deviendrait toujours plus serré, de sorte que la suite du mouvement de rotation, produisant l'amoindrissement ultérieur du nœud, serait possible seulement si le nœud serrait le corps du Paramécie et s'y enfonçait en anneau transversal. C'est alors que commencerait la réaction, d'un côté, entre la force avec laquelle le Paramécie frappe l'eau de ses cils et s'y appuie, tâchant de continuer son mouvement de rotation, et de l'autre côté, entre la ténacité du corps ne laissant pas le nœud s'y enfoncer et s'amoindrir. Si la première force est plus grande, le Paramécie continuera de tourner, même après que le nœud aura commencé à enfoncer ses parois ; si la ténacité du corps est plus grande que la force avec laquelle les cils s'appuient sur l'eau, le mouvement de rotation s'arrêtera dès que le nœud enlacera le corps, et avant qu'il ne commence à s'y enfoncer. La difficulté qui arrêta pendant un assez grand laps de temps l'exécution de ce projet, était qu'on ne pouvait pas trouver un fil assez fin, cependant indispensable pour l'expérience décrite. Comme cela a été déjà dit plus haut, la largeur moyenne du Paramécie

est à peu près de 5 centièmes de millimètre ; naturellement, le fil indispensable à l'expérience doit être beaucoup plus fin ; un tel fil n'est pas visible à l'œil nu. Le fil d'araignée le plus fin, employé, s'est trouvé être beaucoup trop gros ; l'essai fait avec des fils de coton réussit encore moins. Alors il m'est venu à l'idée d'employer un moyen qui donna les résultats tout à fait satisfaisants. Je semai sur un verre d'objet, dans une goutte de décoction organique, des spores de moisissure, qui poussèrent en quelques jours et emplirent toute la goutte (les bords particulièrement) de tout un réseau des plus fins fils de moisissure. Il ne restait plus alors qu'à augmenter la quantité d'eau dans la goutte, à y lâcher une foule de Paramécies et à les exciter par une légère solution de carbonate de potasse. Les résultats que j'ai obtenus consistent en ce qui suit. Les Paramécies s'étant faufilés dans les interstices des fils et s'étant mis à tourner, s'y entortillèrent de telle sorte qu'ils ne pouvaient plus s'en retirer ; alors, dans leurs efforts pour tourner autour du centre, ils s'accrochent aux fils tantôt par un bout, tantôt par l'autre, et, pendant ces évolutions, non seulement ils reçoivent toutes sortes de pressions sur le corps, mais encore ils se courbent complètement, se chiffonnent et se transforment, en définitive, en lambeaux allongés dans lesquels il est impossible de reconnaître la forme primitive de Paramécies. *Il ne reste aucun doute que la force avec laquelle les cils du Paramécie s'appuient sur l'eau et avec laquelle, par contre-coup, ils pressent le corps de l'infusoire, est considérablement plus grande que la ténacité du corps.* — La réussite de cette expérience sous une forme aussi nette que je me la représentais au commencement, est l'effet d'un hasard assez rare, au moins avec les fils de moisissure que j'employais. J'ai vu en tout trois fois comment le Paramécie fut embrassé d'un nœud tout à fait

Fig. 12.

régulier qui l'enlaça, dans un cas, juste au milieu du corps, et dans deux autres, à peu près dans le tiers postérieur. Dans le premier cas, le Paramécie se trouva profondément étranglé en deux ellipsoïdes égaux (fig. 12). Il tourna et tendit le fil jusqu'à ce qu'enfin il n'eût plus de force pour le tendre davantage; alors le mouvement de rotation cessa et le Paramécie fut tourné quelque peu en sens contraire, probablement parce que le fil, par suite de sa ténacité, se mit à se détordre. Par les efforts suivants qu'il fit pour tourner le fil de nouveau, il fit encore un ou deux tours et le fil se rompit; le Paramécie se redressa instantanément. Dans les deux autres cas que j'ai observés, le Paramécie, serré au tiers postérieur du corps, forma deux ellipsoïdes inégaux. — On doit obtenir de telles balances tournantes beaucoup plus facilement et plus souvent, si au lieu des fils droits que j'employais et qui se tournent rarement en nœuds nécessaires, on employait quelques fils spiralés ou annulaires, comme par exemple les épaississements en spirale des enveloppes des cellules végétales qui s'arrachent facilement des parois et peuvent, à ce qu'il paraît, très bien servir pour cette expérience. Comme la forme que le fil enfoncé dans le corps du Paramécie donne à ce dernier, a une grande importance pour la question sur la multiplication des infusoires (comparer la figure 2 et la figure 12), j'ai l'intention de continuer encore ces expériences et de parvenir à un procédé d'exécution plus facile.

Je rappellerai à ceux qui ont eu l'occasion d'observer le Paramécie, qu'ils ont sans doute vu plus d'une fois comment, pendant son mouvement habituel, l'animal passe par quelques ouvertures étroites; il réussit très souvent à se glisser à travers des interstices assez étroits, et alors son corps se serre et s'étrangle très profondément. Cette observation peut aussi très bien servir à comparer l'élasticité de son corps et la force avec laquelle le Paramécie nage en avant et s'appuie sur l'eau de ces cils : si la ténacité ou la résistance du corps était plus grande, il ne pourrait pas le faire passer à travers une ouverture étroite. Cependant, dans ce cas, l'élasticité du

corps est comparée à la force *ag* (voy. les figures) qui fait avancer le corps; tandis que dans notre expérience nous avons la comparaison de l'élasticité du corps avec la force perpendiculaire à l'axe (*ah*), qui fait tourner le corps autour de son centre, et nous obtenons en résultat que *la force avec laquelle le cil produit une pression de côté sur le corps est plus grande que la ténacité de ce dernier, et par conséquent suffit tout à fait pour produire des enfoncements sur le corps.*

Maintenant il nous reste à décider encore une question pour avoir le droit de déduire de ce qui précède les conclusions nécessaires; il nous reste à savoir combien l'enfoncement produit sur le corps élastique du Paramécie y laisse des traces durables, suffisantes au changement de ses contours. La qualité générale des corps élastiques consiste en ce qu'à la fin de la pression (quand celle-ci ne dépasse pas certaines limites) ils reviennent immédiatement à leur forme primitive. Le cas est le même chez le Paramécie, si seulement la pression a duré peu de temps; après une pression plus ou moins longue, le corps du Paramécie conserve, au contraire, complètement la forme que lui a donnée la force pressante. Il n'y a rien de plus facile que de faire l'expérience de cette thèse. Il suffit de presser le Paramécie entre le verre porte-objet et la lame mince recouvrante et de le laisser quelques minutes dans cette position; quand nous le délivrerons, il se mettra à nager et conservera tout à fait la forme aplatie d'une planche ou d'un ruban. Le même cas a lieu quand le Paramécie, nageant dans une goutte pendante, s'approche du bord de cette dernière, se fourre entre le verre et la surface de l'eau et y reste un certain temps dans un état aplati : quand il s'éloigne de là, il conserve son état d'aplatissement, et plus il est resté dans l'étroit nterstice, plus longtemps il conservera cette forme. De même quand, dans les expériences avec les balances tournantes, le Paramécie s'aplatit, se courbe et se chiffonne tout à fait, il conserve pour longtemps la forme d'une bande longue et pressée. Ce phénomène dépend peut-être tout simplement de ce qu'une pression plus prolongée exprime des liquides du corps du Paramécie, et en particulier

de la couche ectoplasmique, et comme il faut un certain temps pour que l'eau y pénètre de nouveau, le corps garde pendant tout ce temps son état comprimé.

En résumant ce qui a été dit plus haut, nous arrivons à de telles conclusions. La cellule-mère du Paramécie dans laquelle se produit la scission et a paru un étranglement annulaire (fig. 2), n'a aucun autre enfoncement sur le corps ; bien au contraire, sa couche extérieure est tendue, ses contours sont arrondis et tout son corps se rapproche de la forme d'un solide de révolution. (L'exposition des causes par suite desquelles la fosse buccale et tous les autres enfoncements s'effacent sur un tel Paramécie, n'entre pas dans le programme de cette communication.) Les jeunes organismes nouvellement séparés n'ont de même aucun enfoncement sur le corps et se rapprochent de la forme d'un solide de révolution (fig. 3). Dans des conditions ordinaires, les Paramécies nouvellement séparés restent longtemps à la même place, en travaillant avec les cils de la surface ventrale pour l'attraction de la nourriture ; ou bien le jeune Paramécie se met immédiatement à nager et à culbuter dans l'eau environnante, et comme cette culbute et ce mouvement de rotation se produisent toujours à la renverse, nous y voyons aussi le travail presque exclusif des cils ventraux (tout à fait de même que dans l'expérience avec les balances tournantes). Il est possible que c'est la diffusion prééminente qui a lieu dans la région de la bouche, qui est la cause directe de cet exercice prééminent des cils ventraux et de leur allongement et corroboration ; mais, de quelque manière que ce soit, le travail de ces cils produit une pression sur toute la surface correspondante du corps. Par sa force, cette pression est complètement suffisante pour enfoncer profondément toute la surface (à partir de l'ouverture buccale jusqu'au bout antérieur) que couvrent ces cils actifs. C'est en effet sur toute cette surface que s'enfonce peu à peu le péristome allongé caractérisant le Paramécie. L'enfoncement une fois produit et suffisamment longtemps retenu sur le

corps du Paramécie, se conserve de lui-même assez longtemps ; et comme les cils ventraux travaillent, toute la vie du Paramécie, plus que les autres, la conservation de l'enfoncement buccal est assurée pour toujours. Ensuite, comme les cils de la partie antérieure travaillent beaucoup plus que ceux de la partie postérieure, il se produit sur la première moitié une pression beaucoup plus considérable que sur la seconde, et celle-là paraît chez le Paramécie plus serrée que la dernière (fig. 1). Enfin, pour s'assurer que tout cela est précisément comme il est dit, que malgré tous les changements que nous examinons dans les contours du Paramécie depuis le commencement de sa vie individuelle, les parois extérieures de son corps, qui déterminent sa forme, ne sont soumises à aucune différence, et sont serrées seulement artificiellement, étant enfoncées par les cils, — pour s'assurer de tout cela il suffit de faire l'expérience suivante : employons un réactif plus ou moins innocent qui arrête le travail des cils et fait gonfler le contenu du Paramécie ; sous l'influence d'un tel réactif, comme, par exemple, une faible odeur d'ammoniaque, l'eau pénètre rapidement dans le corps du Paramécie et en égalise les parois ; alors le Paramécie revient tout à fait à la forme sous laquelle il a commencé son existence et revêt des contours réguliers, ovales ou elliptiques ; il est tout à fait impossible alors de déterminer où se trouvait son péristome, où commençait la moitié antérieure, plus étroite, et où finissait la partie postérieure, plus large ; en un mot, dès que nous avons rendu l'eau exprimée extérieurement, il devient impossible de distinguer sur les parois du corps de cet organisme les différences qu'on aurait pu reconnaître comme cause de la formation du péristome et du changement des contours périphériques de l'infusoire.

Nous opposons l'explication ci-dessus décrite à celle qui a été citée plus haut par rapport à la *Bursaria truncatella*. D'après les idées morphologiques contemporaines, la formation du péristome chez la Bursarie doit être expliquée par la raison qu'un pareil péristome existait chez ses ancêtres et qu'il apparaît chez le jeune individu par *la loi de*

l'hérédité. Les pères et les aïeux de la Bursarie possédaient un péristome, et sur chaque jeune Bursarie doit en apparaître un pareil. Selon la formule généralement adoptée, la loi de l'hérédité consiste en ce que la nature, créant de nouveaux organismes, ne tolère pas d'innovations et tâche de les former d'après des modèles adoptés une fois pour toutes. Ce n'est que dans des cas exceptionnels, dont la raison reste inconnue, qu'il se forme sur les jeunes organismes quelques caractères distincts qui n'existaient pas chez les ancêtres. Ces cas démontrent que la loi de l'hérédité n'est pas absolue.

Le souvenir de la célèbre loi : « La nature ne tolère pas de vide », naît à l'instant dans notre esprit, accompagnée de la non moins célèbre addition : « La crainte du vide a des bornes. » Mais arrêtons-nous un peu plus longtemps sur ce point.

Les faits que nous venons d'établir ne font aucunement, par eux-mêmes, un reproche au principe de l'hérédité ou aux principes du darwinisme cités plus haut. Je crains que la loi même de « la nature ne tolère pas de vide », ne nous semble si naïve seulement parce qu'elle n'est pas bien exprimée en paroles ; car, au fond, elle doit être regardée comme tout à fait caractéristique pour le raisonnement scientifique général. Chaque fois qu'on a affaire à quelque groupe de phénomènes encore incompris et compliqués, on sent la nécessité d'établir pour eux une catégorie, de les grouper dans un principe général ; et, il faut l'avouer, c'était vraiment heureux pour la science que longtemps avant que nous fussions en état de trouver la nature réelle de ces phénomènes, toute leur immense masse fût divisée en catégories bien limitées. Quand l'eau s'élève dans un tuyau d'où nous faisons sortir l'air, ou qu'elle ne sort pas d'une bouteille renversée dont le goulot se trouve dans l'eau, ou qu'elle ne coule pas du robinet tant que nous n'ôtons pas le tampon, — il ne faut pas regretter que tous ces faits compliqués et un grand nombre de pareils aient été, dans leur temps, rapportés par des esprits clairvoyants à une seule cause, au principe d'Aristote : *non datur vacuum in rerum natura ;* amassés en une catégorie et laissés là jusqu'à ce

qu'il leur a été donné une fois une explication élémentaire générale. Apparemment ce principe n'avait pas moins de raison d'être que toute une suite de généralisations empiriques qui jouissaient dans un certain temps d'un grand respect dans la biologie. Tel est, par exemple, ce principe : « la nature *cherche* à conserver l'espèce », qui a été écarté par l'explication mécanique de Darwin ; ou bien le principe de Cuvier : « la nature *tend* à l'accomplissement d'un plan », qui a subi le même sort ; ou bien le « *nisus* formativus » par lequel on expliquait auparavant le développement individuel des organismes ; ou encore le principe de Lamarck : « la nature *tend* à la disposition graduelle des choses » ; ou, enfin, le principe consolant de la théorie évolutionnaire : « la nature *a une tendance* vers le progrès ; » et tel est le principe : « la nature *craint* les innovations », ou celui de l'hérédité, qui est maintenant généralement adopté. Mais il ne faut pas perdre de vue que tous ces principes, malgré toute leur grande importance pour la science, sont soumis tous au même sort : ils subsistent jusqu'à ce qu'on les remplace par leur contenu réel physico-mécanique ; après cela, ils sont remis dans les archives de l'histoire.

Nous voudrions que l'on partageât avec nous la conviction que dans le domaine des organismes inférieurs, unicellulaires, nous sommes près de la plus nette et la plus claire compréhension, et que les explications fondées sur des généralisations tout à fait incompréhensibles comme le sont les principes du darwinisme, doivent être ici dépourvues de crédit. La tâche fondamentale et essentielle qui, dès les premiers jours, a été donnée à l'étude des organismes inférieurs, doit se présenter devant nous dans toute sa précision, et nous ne devons pas perdre de vue que cette tâche ne consiste aucunement dans la subordination des phénomènes élémentaires aux principes empiriques de la biologie des organismes supérieurs, mais, tout au contraire, dans l'explication des faits à l'aide des lois élémentaires de la nature et à rendre, en définitive, tous ces principes provisoires, la possession de l'histoire passée de notre science.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES HYDRAIRES

PAR

ALEXIS DE KOROTNEFF

Professeur à l'Université de Kiew.

Il y a déjà quelques années que j'ai publié une monographie sur la Myriothèle, un Hydraire curieux, que j'ai pu étudier sous le toit hospitalier du laboratoire de mon célèbre maître de Lacaze-Duthiers, à Roscoff[1]. Depuis lors, le groupe des Hydraires a été constamment et soigneusement étudié, et, grâce surtout aux magnifiques recherches du savant professeur Weismann, il a acquis un grand intérêt, au point de vue des migrations des éléments embryonnaires. Sous l'influence des résultats atteints par ce savant, je me suis mis à revoir l'objet de mes anciennes études, ce qui m'a permis de compléter et de vérifier quelque peu mes premières recherches.

Quoique les résultats obtenus n'aient rien apporté de nouveau pour la connaissance de la théorie de Weismann, néanmoins, par eux-mêmes, ils nous permettent d'avoir une notion plus nette sur la nature d'un œuf d'Hydraire.

Il est connu que la partie médiane de la Myriothèle porte des souches sexuelles (blastostyles) couvertes de Gonophores, disposés sans distinction de sexe non pas seulement sur le même individu, mais aussi sur la même souche. Cependant les Gonophores femelles sont beaucoup plus nombreux que les mâles ; autrement dit, un Gonophore mâle correspond à un *groupe* entier de Gonophores femelles.

Pour étudier la provenance des produits sexuels, il faut commencer

[1] *Rapports de la Société des Amateurs des sciences naturelles.* — KOROTNEFF, *Essai d'étude sur les Cœlentérés*, 1881.

[2] WEISMANN, *Entstehung der Sexualzellen bei den Hydroidpolypen*, 1884.

par les plus jeunes blastostyles, qui présentent des excroissances cylindriques, ayant des petites têtes tentaculaires au sommet et, pour ainsi dire, des indices sexuels tout près de la base. Cette fois, j'ai pu observer les plus jeunes stades, ce qui me manquait dans mes études précédentes. Le commencement (fig. 1) se présente comme une légère protubérance extérieure, qui correspond à un enfoncement bien marqué de l'entoderme, qui pénètre de plus de la moitié toute l'épaisseur de l'ectoderme ; celui-ci est composé de plusieurs couches, disposées en trois assises : épithéliale, embryonnaire et musculaire. La couche médiane (embryonnaire) est celle qui produit les éléments sexuels ; dans son épaisseur, directement au sommet de l'enfoncement entodermique, nous voyons une agglomération de cellules, dont la centrale, très forte de taille, est granuleuse et contient un grand noyau. Cette cellule, comme nous le verrons plus loin, n'est autre chose qu'une cellule germinative primordiale (Urkeimzelle) (fig, 1, *c g*,) ; elle est entourée par un amas d'autres éléments embryonnaires, qui sont destinés, comme nous le verrons aussi, à compléter l'œuf (*c v*) ; ce sont, en grande partie, des cellules vitellines primitives.

Le stade suivant présente déjà un développement considérable de la formation que nous allons désigner par le nom du *noyau médusoïde* (fig. 2 *c v* + *c g*). Ce noyau est composé d'une masse ectodermique, entourée par un accroissement de l'entoderme, qui laisse seulement le sommet libre, par où la masse du noyau central communique avec l'ectoderme. Le noyau en question ne présente pas une masse solide ; il est creux, et sa cavité est allongée (fig. 2, *c*). Dans le fond du noyau, de nouveau immédiatement au-dessus de l'entoderme, nous trouvons deux fortes cellules qui ne sont autre chose que les produits de la cellule germinative de la figure précédente, tandis que tout le reste du noyau provient des cellules désignées comme vitellines ; cette seconde catégorie d'éléments est soumise à une énergique multiplication. Comme conséquence de ce procédé, nous voyons que les cellules germinatives

arrivent à être entourées par des cellules vitellines, qui se disposent entre l'entoderme et le noyau germinatif; celui-ci est composé (fig. 3, *c g*) d'un amas d'éléments d'une taille bien distincte.

La cavité du jeune Gonophore est déjà allongée dans un sens oblique (*c*); sa voûte est formée par une partie de cellules embryonnaires, qui entourent la cellule germinative ; nous indiquerons cette partie comme « couche supérieure » (*c s*). Dans ce stade, nous avons, dans le Gonophore, presque toutes les parties essentielles d'une Méduse, excepté le spadix. Le noyau central, avec les cellules germinatives, n'est que le germe du spadice de la Méduse; la cavité du Gonophore est la cavité de l'ombrelle, et la « couche supérieure » est l'ectoderme de la sous-ombrelle. En ce qui regarde l'entoderme, qui entoure comme un calice le noyau médusoïde, il présente cette différence qu'il n'est plus séparé en canaux radiaires et en couche nommée *vasculaire* (*gefässlamelle*). De toutes les parties du Gonophore, la cavité est la moins constante; elle n'est que passagère et ne se trouve plus aux stades suivants.

En examinant la figure 4, nous ne pouvons pas signaler une différence trop marquée avec la figure précédente ; cependant, les cellules germinatives (*c g*) ne forment plus une masse compacte, comme nous l'avons vu déjà, elles se disposent régulièrement au centre du noyau médusoïde. Les éléments secondaires pénètrent entre elles en les séparant au fur et à mesure de leur multiplication ; la cavité, ayant disparu, reste cependant représentée par une simple fente, qui sépare d'une manière très marquée la « couche supérieure » de la masse de l'œuf futur.

L'ouverture du Gonophore est, à ce stade, déjà bien visible.

Une comparaison avec la figure suivante nous démontre déjà une grande différence, qui s'exprime surtout dans l'apparition d'un vrai spadice (fig. 5, *s p*), ou, autrement dit, d'un accroissement de l'entoderme, qui, en forme de cône, s'enfonce dans la masse du noyau. L'entoderme de ce spadice est composé des papilles cellulaires, ayant un axe partant de la membrane propre du Gonophore. Les cellules

germinatives de ce stade sont déjà nettement distinctes ; on voit qu'une de ces cellules prévaut sur les autres ; elle est devenue plus considérable, et ce qui lui procure une toute autre apparence, c'est son noyau germinatif énorme (fig. 5, *o o*), qui sépare déjà de beaucoup le noyau des autres cellules (*o v*); celles-ci, dans la figure, se présentent comme deux corps agrandis, disposés près de la base de la cellule appelée cellule mère. Un changement considérable atteint aussi les cellules vitellines et surtout se manifeste en leur noyau : chacun des nucléoles devient réfringent et présente un globule amorphe, entouré d'un cercle clair, comme si c'était un liquide (fig. 13). Les noyaux des différentes cellules ont une grandeur toute différente, ce qui s'explique ou comme étant le résultat d'une division, ou la réduction du noyau même. En ce qui regarde les couches superposées, il faut mentionner que la « couche supérieure » est déjà devenue toute mince (*c s*), tandis que la couche entodermique (*ent*), quoique aussi mince, est cependant très marquée, surtout près de l'ouverture où s'effectue le passage de l'ectoderme extérieur du Gonophore en noyau médusoïde ; ici, les cellules de couche entodermique sont épaisses et parsemées de granulations très réfringentes.

La figure 8 d'un Gonophore déjà avancé présente un aspect tout différent et en même temps bien instructif : cependant, comme dans le cas précédent, nous pouvons facilement distinguer les cellules germinatives, devenues énormes. Presque au milieu de leurs amas se trouve la cellule mère avec son noyau, ou plutôt sa vésicule germinative. Les autres cellules germinatives ne le cèdent pas, comme volume, à la cellule mère, et se distinguent d'elle seulement par leurs noyaux qui, ayant subi une transformation en vésicules, sont cependant beaucoup moins grands que la vraie vésicule germinative et présentent une tendance à se dégrader et à disparaître. En ce qui regarde les cellules vitellines, elles n'ont plus de contours bien distincts et forment déjà, çà et là, des plasmodiums parsemés de noyaux. Ces derniers ont subi des changements très prononcés

(fig. 14). Le cercle clair du nucléole est plus large ; le nucléole lui-même présente une simple boule ou goutte graisseuse. La couche corticale du noyau est parsemée de granulations qui se colorent intensivement ; en les examinant sur les coupes, on peut facilement trouver tous les stades consécutifs en partant d'un simple noyau jusqu'au corps graisseux. Les couches superposées du Gonophore sont à peine visibles, surtout celles désignées comme étant « supérieures » (fig. 8, *cs*). L'ouverture du Gonophore est bien distincte, surtout si on l'examine de l'extérieur ; en face, elle présente une tache toute blanche et bien ronde, entourée d'un cercle composé d'un pigment violet.

La phase suivante et dernière de la transformation d'un Gonophore est représentée à la neuvième figure. Nous voyons ici à peine les traces de séparation des cellules germinatives, des traces en forme de petites traînées, qui partent du spadice vers la périphérie du Gonophore ou au rebours. La vésicule germinative occupe le sommet du Gonophore, tout au-dessous de son ouverture. Les autres vésicules ont presque disparu ; on en trouve quand même quelques-unes (*vg'*), mais déjà tout à fait déformées. Le rôle des cellules vitellines s'explique facilement, d'après cette dernière figure : leurs noyaux servent à former les globules vitellins de l'œuf. Dans ce stade, nous voyons qu'une quantité de ces noyaux ou déjà globules vitellins plongent dans la masse du plasmodium commun. Néanmoins, quelques-unes de ces cellules ont conservé leur apparence primitive (*cv*), et forment des amas dans des points différents de la surface ; elles ne tarderont cependant pas, à part quelques exceptions, à s'unir aux autres. Les globules vitellins définitifs n'ont presque plus rien de commun avec des noyaux : ce ne sont déjà que des boules graisseuses qui ne présentent qu'une trace peu visible d'un noyau et des points fortement colorés.

J'ai observé la même transformation des noyaux cellulaires en globules graisseux ou vitellins chez l'hydre d'eau douce, et j'ai pu prouver que les soi-disant « pseudocellules » (pseudozellen) de Kleinenberg ne sont autre chose que des noyaux des cellules vitel-

lines. Je ne doute pas que la *Tubularia* ne présente le même phénomène, ce que j'ai déjà indiqué dans mon travail sur la Myriothèle. Chez cet Hydraire, il y aurait aussi à chercher un certain nombre (pas une seule) de cellules germinatives, dont l'ensemble formera l'œuf définitif.

En somme, le procédé décrit dans ce petit mémoire ne peut pas être indiqué ici comme exclusif ni comme rare : il existe probablement chez tous les Hydraires (comme par exemple le Coridendrium), dont les œufs possèdent une grandeur considérable et contiennent des globules vitellins.

En faisant le résumé de ces observations, nous sommes conduits à indiquer les propositions suivantes :

1° Le point de départ d'un œuf est une cellule germinative primordiale, mais qui est d'une provenance ectodermique ;

2° La cellule germinative donne naissance à des éléments germinatifs aussi, mais secondaires, dont la quantité peut être évaluée au-dessus de vingt ; mais parmi eux un seul produira la vraie vésicule germinative, tandis que les noyaux des autres éléments disparaissent sans laisser aucune trace ;

3° Les noyaux des cellules vitellines se transforment en globules graisseux ou vitellins ;

4° Tout cet amas de cellules s'assemble et forme une masse commune, possédant une seule vésicule germinative.

Sous ce point de vue, l'œuf lui-même doit être considéré comme une agglomération d'éléments dont le rôle est tout différent : une des cellules germinatives secondaires rend à l'œuf son noyau qui lui servira comme vésicule germinative, les autres éléments germinatifs produisent le plasma formatif de l'œuf, tandis que le reste produira les parties vitellines de l'œuf. En même temps, chacune de ces trois sortes d'éléments participera aussi dans un travail commun à la formation du plasma de l'œuf.

La provenance des produits sexuels mâles est en tout semblable à

celui des femelles : c'est aussi l'ectoderme qui en est cause. Un des premiers stades est représenté dans la figure 6. Les cellules germinatives sont toutes plus ou moins identiques, avec une différence minime de volume, une différence qui prouve seulement une affinité avec le développement des produits femelles. L'amas de cellules germinatives est entouré par un pli entodermique (*ent.*), qui est aussi quelque peu différent comparativement au cas précédent.

Sans suivre toute la marche du développement qui ne présente guère rien de nouveau, je n'ai qu'à décrire un stade déjà plus avancé pour donner une idée exacte du phénomène. Le Gonophore mâle possède aussi dans le stade un spadice entodermique qui sert pour toute la formation. Le centre du Gonophore présente une masse cellulaire, dont les éléments sont tous égaux et servent à produire des spermatozoïdes. La formation de ces derniers s'effectue à la périphérie, comme il est représenté dans la figure 7 : le noyau est encore cellulaire, quoiqu'il soit aussi parsemé de spermatozoïdes, tandis que la périphérie n'est qu'une masse spermatique compacte. Les enveloppes du Gonophore sont les mêmes : entre l'ectoderme et le noyau nous voyons premièrement la « couche cellulaire supérieure » (*cs*) qui formait la voûte de la cavité du Gonophore, et secondement un pli entodermique (*ent*) qui présente une ouverture au sommet. Cette ouverture n'a pas de signification réelle, parce qu'elle ne sert pas à la sortie des produits mûrs, ce qui s'effectue d'une toute autre façon. En suivant le développement du Gonophore, nous verrons que le centre cellulaire diminue et que le cercle spermatique qui l'entoure devient de plus en plus considérable ; au fur et à mesure que la quantité des spermatozoïdes s'accroît, la masse intérieure du Gonophore gonfle et, n'ayant pas de sortie à l'extérieur presse sur le spadice qui s'évagine, et toute la masse spermatique s'ouvre un chemin dans la cavité du blastostyle. Sans avoir des observations directes, je suis néanmoins convaincu que la fécondation se fait de l'intérieur par suite de la pénétration des spermatozoïdes dans le pédoncule de l'œuf.

En ce qui regarde le développement embryonnaire, j'ai eu déjà occasion de citer dans la *monographie de la Myriothèle* son caractère exclusif, qui se manifeste par l'absence complète de segmentation, soit directe, soit indirecte. Mais, pour compléter la monographie citée, j'avais manqué de matériaux et je n'ai pu observer pour cette raison seulement les stades plus ou moins avancés. Mais depuis, grâce à la complaisance et à l'autorisation qu'a donnée M. le directeur de Roscoff, j'ai reçu le matériel qu'il me fallait, ce qui m'a permis de compléter mes recherches.

Dans une belle monographie, M. le professeur Metschnikoff élève des doutes sur la possibilité d'une exception embryologique pareille à celle que présente la Myriothèle, mais maintenant j'ai le droit de constater d'une manière tout à fait irréprochable la valeur de mes observations précédentes.

Je commence par une description de la figure 10 :

L'œuf a quitté son Gonophore, dont les parois, composées comme nous l'avons vu de trois couches, se sont rétrécies pour former un pédoncule qui soutient l'œuf. Autour du spadice (*sp*), nous voyons un espace qui était occupé par la masse de l'œuf; dans cet espace nous voyons flotter des cellules vitellines, qui, par hasard, n'ont pas pris part à la formation de l'œuf.

L'œuf libre, mais placé sur son pédoncule, est complètement privé d'enveloppe, il apparaît cependant dans un court délai, et doit être envisagé comme une membrane vitelline; elle est mince, jaunâtre et assez résistante. Son apparition est suivie d'un phénomène des plus curieux qui est connu, grâce aux recherches étendues du professeur Allmann. La partie médiane de la Myriothèle, ayant des blastostyles, produit en même temps de longs filaments grêles, minces, en forme de racines avec de petites têtes tentaculiformes à leurs extrémités libres. Au moment où la membrane vitelline s'est déjà formée, plusieurs de ces têtes (trois ou quatre) se fixent et retiennent l'œuf dans une certaine position. Avec le temps, l'adhésion entre l'œuf et son pédoncule devient de moins en moins grande, l'œuf se

sépare en fin de compte du pédoncule et reste fixé à l'animal par ces racines, ce qui dure jusqu'à l'éclosion de l'embryon. Ce phénomène curieux est en même temps trop simple pour exiger une description plus étendue : son but est de protéger les œufs, dont la quantité est toute restreinte.

De pareils arrangements ne sont pas rares : ainsi, chez les Hydres des eaux douces, nous voyons des phénomènes analogues : la plus commune entre elles porte ses œufs jusqu'à l'éclosion, qui adhèrent à son corps à l'aide d'une substance gélatineuse. La *Hydra aurantiaca* aussi ne laisse pas tomber ses œufs, mais les fixe sur différents objets : feuilles, tiges, parois des aquariums, etc. La chose se passe de même chez la Myriothèle, mais ce phénomène est plus compliqué.

En examinant l'œuf lui-même nous pouvons facilement distinguer les parties suivantes :

1° La masse centrale finement granuleuse est d'après sa consistance vésiculeuse-entoplasmique (fig. 11 et 12) ; 2° la couche corticale, complètement privée des vésicules ectoplasmiques ; 3° des globules vitellins ou noyaux transformés, qui se trouvent seulement dans l'entoplasme et jamais dans l'ectoplasme ; ce dernier fait démontre que l'ectoplasme n'est pas un produit des réactifs qui pourraient agir d'une manière plus forte sur les parties superficielles de l'œuf qu'à son centre. N'ayant à ma disposition qu'un matériel conservé dans l'alcool, il n'était guère possible de tomber sur un œuf venant d'éclore et à peine fécondé. J'ai pu trouver des stades bien jeunes, mais possédant déjà une certaine quantité des cellules embryonnaires. Un stade pareil est représenté à la figure 10 ; sur cette figure, nous voyons, d'un côté, deux éléments qui, après une division, se sont à peine séparés ; les deux autres se trouvent déjà à une certaine distance. La provenance de ces cellules de la vésicule germinative ne peut évidemment être observée qu'à un stade qui suit le moment où l'œuf vient de quitter le Gonophore. La multiplication se produit comme c'est indiqué à la figure 11 ; au commencement la division donne naissance à deux noyaux plus gros, et après cela chacun de ces gros

noyaux en produit aussi par génération un qui sera plus petit, le noyau est bien visible seulement dans des cellules avancées, comme celles de la figure 12.

Les évolutions suivantes consistent dans la multiplication énergique des cellules embryonnaires de l'œuf, mais ces cellules n'ont pas la même tendance, que nous connaissons dans l'œuf des insectes, de marcher vers la périphérie pour former là une couche continue de blastoderme. Dans notre cas, nous voyons ces cellules correspondant à leur accumulation se répandre vers la périphérie et transformer l'œuf en une « morule ». Après cela, les couches supérieures forment l'ectoderme, tandis que toute la masse intérieure produit l'entoderme. Au point de vue des homologies, la plus grande différence est présentée par l'entoderme. Le commencement reste le même : nous voyons que les cellules restées au centre de l'œuf forment l'entoderme, mais pour la plupart des arthropodes, l'entoderme primitif, composé des agglomérations vitellines (Doterbalen), cède sa place à un entoderme secondaire définitif, tandis que dans notre cas, chez l'Hydraire, l'entoderme primitif persiste.

EXPLICATION DES PLANCHES I ET II.

bl, blastostyles minces qui se fixent à l'œuf.
c, cavité du Gonophore.
cg, cellules germinatives.
cp, cellules primordiales.
cs, couches supérieures.
cv, cellules vitellines.
ecp, ectoplasme.
enp, entoplasme.
ent, entoderme.
msp, masse spermatique.
m, nématocystes.
oo, œuf principal.
oo', œuf secondaire.
sp, spadice.
sp', sperme.
vg, vésicule germinative principale.
vg', vésicule germinative secondaire.

PLANCHE I.

Fig. 1. La cellule germinative primordiale entourée des cellules vitellines.
2. La cellule germinative primordiale se multiplie ; toutes les parties essentielles du Gonophore s'y trouvent déjà.
3. Le Gonophore est tout formé ; on distingue des cellules germinatives formant un amas. La voûte est tapissée par une couche cellulaire.

FIG. 4. Les cellules germinatives sont séparées par des éléments vitellins aussi ectodermiques.

5. Un Gonophore assez avancé. Un des noyaux s'est transformé en vésicule germinative. La vésicule *ov'* est presque dégradée.

6. Formation d'un Gonophore mâle.

7. Un Gonophore mâle dont la masse ne s'était pas encore transformée en sperme (*sp*).

PLANCHE II.

8. Un Gonophore femelle très avancé : on distingue la cellule principale qui porte la vésicule germinative et les cellules germinatives secondaires dont les noyaux subissent une dégradation.

9. Toute la masse intérieure du Gonophore forme un plasmodium commun. Toutes les cellules vitellines ont pris part à la formation de l'œuf.

10. Un œuf est sorti d'un Gonophore et se trouve posé sur un pédoncule formé par les parois plissées du Gonophore. Un blastostyle s'est déjà fixé à la périphérie de l'œuf.

11 et 12. La multiplication des éléments primordiaux de l'œuf pondu.

13 et 14. La transformation des noyaux des cellules en globules vitellins.

ÉTUDES ANATOMIQUES ET MORPHOLOGIQUES SUR LES OPHIURES

PAR

L. CUÉNOT
Docteur ès-sciences naturelles.

INTRODUCTION.

Dans les nombreux travaux publiés sur les Echinodermes, on s'est surtout préoccupé de l'étude anatomique des différentes familles; jusqu'ici, la comparaison morphologique n'a fait que peu de progrès. Après avoir publié une étude aussi complète que possible sur les Astérides que je prends comme point de départ, j'examine dans le présent mémoire l'organisation des Ophiures en la comparant, point par point, avec celle de la famille précédente. On verra qu'en nombre de cas la morphologie peut seule expliquer logiquement les données fournies par l'anatomie.

Ce mémoire a été fait en partie à Roscoff et à Banyuls sur des animaux vivants, en partie à Paris sur des échantillons conservés. Je désire assurer de ma vive gratitude M. de Lacaze-Duthiers, tant pour l'hospitalité de ses laboratoires maritimes que pour la bonté avec laquelle il m'a fait parvenir des Ophiures conservés, provenant de Roscoff. Je dois remercier également M. le docteur Faurot, qui a mis à ma disposition différents Ophiures et une Euryale de la mer Rouge qu'il a recueillis dans le cours d'une mission à Obock.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Apostolidès, *Anatomie et développement des Ophiures* (*Arch. Zool. exp.*, 1re série, vol. X, 1882, p. 121).

2. Cuénot, *Contribution à l'étude anatomique des Astérides* (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, vol. V *bis* (Sup.), 1887, 2e mém.).
3. Kœhler, *Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures* (*Ann. Sc. Nat.*, t. II, 1887, p. 101).
4. Ludwig, *Beitrage zur Anatomie der Ophiuren* (*Zeitschrift für Wiss. Zool.*, band XXXI, 1878, p. 346). — *Neue Beitrage zur Anatomie der Ophiuren* (*même recueil*), band XXXIV, 1880, p. 333.
5. Lyman, *Ophiuridæ and Astrophytidæ* (*Memoirs of the Museum of comparative Zoologie at Harvard College in Cambridge*, 1864-65, I).
6. Simroth, *Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens* (*Zeitschrift für Wiss. Zool.*, band XXVII, 1876, p. 417).
7. Teuscher, *Beiträge zur Anatomie der Echinodermen* (*Jenaische Zeitschrift*, band X, 2e série, 1876, p. 263).

On complètera facilement cette courte liste dans l'un des ouvrages précités.

Les noms spécifiques des Ophiures cités dans ce travail sont ceux que Lyman a fixés dans sa belle monographie; on n'a qu'à se reporter à cet ouvrage pour en trouver la synonymie.

ORIENTATION.

Dans toutes les descriptions, l'Ophiure sera placé suivant la méthode de M. de Lacaze-Duthiers, la bouche en haut; de telle sorte que la face orale, sur laquelle se meut l'animal, est la face supérieure, et que la face aborale devient la face inférieure.

TÉGUMENTS.

Les téguments, toujours assez minces, présentent à l'extérieur un élégant assemblage de pièces calcaires, qui portent sur les bras deux catégories d'appendices : les piquants et les crochets. Les piquants, de longueur et de forme variables, sont des organes de locomotion et de tact, comme nous le verrons dans l'étude du système nerveux; ils sont peu développés ou manquent chez les types vivant sur des fonds sableux (*Ophioglypha, Ophiolepis*). Les crochets sont de petits organes uniquement destinés à la progression de l'animal; ils manquent également chez les types de fonds sableux. Enfin, chez les Euryales,

on trouve de nombreux crochets, alors que les piquants sont très-minimes.

Chez les Ophiures, les piquants ont une importance bien plus considérable que chez les Astéries où ils ne jouent qu'un rôle de protection (surtout les piquants ambulacraires et les piquants marginaux, *Astropectinidæ*). Quant aux crochets, ce sont des formations nouvelles, en rapport avec la locomotion particulière des Ophiures.

Les pédicellaires, si fréquents et si développés chez les Astéries, manquent absolument chez les Ophiures; cela se comprend aisément, puisque les parties qu'ils étaient destinés à protéger sont ou absentes ou rudimentaires (branchies lymphatiques, couche épithéliale externe, ambulacres); la fonction n'existant pas, l'organe destiné à l'accomplir n'a pas de raison d'être.

Les branchies lymphatiques manquent absolument chez les Ophiures; elles sont remplacées par les sacs respiratoires, au nombre de cinq paires, placés de chaque côté du bras. J'examinerai leur anatomie et leurs fonctions à propos du liquide sanguin.

Comme chez les Astéries, les téguments sont composés de trois couches, mais bien moins nettes que chez ces dernières : une interne, l'épithélium de la cavité générale; une moyenne conjonctive, et une externe, manquant dans un grand nombre de points.

L'épithélium de la cavité générale, très net par endroits et présentant une mosaïque de cellules polygonales dans les imprégnations à l'argent, n'est pas très constant; sur les organes génitaux, les brides mésentériques, on ne trouve que quelques noyaux espacés et ne formant pas un revêtement régulier; on le trouve très net dans la cavité générale des bras, mais les sinus vasculaires n'en sont point revêtus, comme cela arrive chez les Astérides. Chez les Euryales seules, l'épithélium rappelle tout à fait celui de la famille précédente par sa régularité; il est formé de petites cellules de forme assez variable, tantôt pavimenteuses, tantôt palissadiques.

La couche moyenne est presque entièrement composée de tissu calcaire aréolé, dont l'histologie est la même que chez les Astérides;

les tractus calcaires se resserrent en arrivant à la périphérie, de façon à constituer une couche externe résistante qui présente des colorations et des ornements variables suivant les espèces. Les couleurs des Ophiures, généralement peu éclatantes, sont dues à de très fins granules réfringents paraissant noirâtres à la lumière transmise, qui sont amoncelés sur les tractus calcaires périphériques, mêlés aux noyaux des cellules embryonnaires.

L'épithélium externe manque dans tous les points exposés au frottement, on ne le trouve qu'à la base des piquants, sur les ambulacres, etc.; partout ailleurs, il est réduit à une couche de noyaux clairsemés qu'il est impossible de séparer nettement de la trame calcaire du test. Chez les Euryales pourtant, le disque et le commencement des bras présentent un épithélium fort net, à hautes cellules, comme chez les Astéries; je n'ai pu voir s'il contenait des cellules glandulaires.

Crochets. — Sur les faces latérales du bras, on trouve de petits organes, de $0^{mm},1$ environ, en forme de hameçon, qui sont orientés toujours de la même façon, le manche dirigé du côté du disque et la partie recourbée vers l'extrémité du bras; ils sont reliés au test par une membrane parsemée de noyaux qui les drape complètement. Chez les Ophiures (pl. III, fig. 2), le crochet est articulé par une face plane sur une saillie calcaire du test; chez l'*Astrophyton clavatum* (pl. III, fig. 1), le crochet est libre et relié seulement au bras par un faisceau fibrillaire conjonctif (*f*); la forme des crochets est assez variable, presque toujours celle d'un hameçon avec une petite pointe sur le milieu du manche; chez l'*Ophiothrix hirsuta* (mer Rouge), j'ai trouvé une série de petites pointes au-dessous du crochet terminal (pl. III, fig. 2).

Chez tous les types à bras lisses, dépourvus de piquants, et caractéristiques des fonds sableux, on ne trouve pas de crochets (*Ophioglypha albida* et *lacertosa*, *Ophiolepis cincta*); tandis que les autres espèces qui vivent dans des fonds accidentés, rocheux ou pourvus d'une végétation abondante (*Ophiothrix*, *Astrophyton*), présentent

des crochets et souvent de longs piquants. Cette remarque, jointe à leur forme, leur direction constante, montre à n'en pas douter qu'ils sont des agents passifs de la progression; ils agissent comme de véritables gaffes en miniature, s'accrochant dans les anfractuosités, pour se détacher lorsque le bras s'avance à nouveau.

AUTOTOMIE.

Presque tous les Ophiures présentent ce mode de défense, comme les Astéries; souvent lorsqu'on les saisit par les bras, ceux-ci se désarticulent, tandis que l'animal ainsi délivré, s'enfuit rapidement (*Ophiothrix rosula*, *Ophiura lævis*). Il est des espèces qu'on ne peut jamais avoir entières, vu la grande fragilité de leurs bras.

TUBE DIGESTIF.

Le tube digestif des Ophiures remplit une grande partie du disque. C'est un vaste sac, rétréci à la bouche et se moulant sur tous les organes internes, ce qui lui donne une forme variable suivant les espèces. Ainsi chez l'*Ophioglypha albida*, il présente à sa périphérie dix lobes, cinq grands interradiaires et cinq petits radiaires; chez l'*Ophiothrix rosula*, cinq lobes interradiaires seulement; cela tient uniquement à ce que, chez la première espèce, il y a assez de place entre le bras et la paroi aborale du disque pour permettre au tube digestif de s'y glisser.

Par sa forme, le tube digestif des Ophiures est absolument comparable à celui d'une jeune Astérie (*Luidia*), avant la formation des cœcums radiaux qui ne naissent qu'assez tardivement.

Histologie. — Dans une coupe du tube digestif, on reconnaît trois couches : une interne, l'épithélium glandulaire, munie d'une épaisse cuticule vibratile; une couche conjonctive moyenne, assez mince, et enfin l'épithélium péritonéal disposé irrégulièrement. Il n'y a pas de couche musculaire, ou du moins elle est réduite à quelques fibres dispersées çà et là, et sans importance, puisque le tube digestif est solidement fixé au test par de nombreuses brides mésentériques.

Les cellules glandulaires qui donnent la coloration brun-moiré au tube digestif sont uniquement des cellules granuleuses, semblables au type que j'ai décrit chez les Astérides. Elles sont fort longues (pl. III, fig. 3), de 100 à 130 μ, pourvues d'un noyau nucléolé situé à différentes hauteurs; une épaisse cuticule ciliée formée par les plateaux cellulaires juxtaposés, les isole du milieu extérieur; les cils sont remarquablement actifs et fort longs chez l'*Ophioglypha albida*. Par la fixation à l'acide osmique, on voit parfaitement les nombreux granules digestifs qui remplissent la cellule, tout à fait semblables au ferment digestif des Astérides; ils sont jaunâtres chez l'*Ophiothrix rosula*, et bruns chez l'*Ophioglypha albida*.

Il n'y a pas de couche nerveuse entre les cellules digestives des Ophiures, contrairement à ce qui existe chez les Astérides.

Rapports du tube digestif. — Chez les Astéries, la portion horizontale de l'œsophage se continue directement avec l'anneau nerveux, situé à l'extérieur. Il est intéressant de savoir ce qui se passe chez les Ophiures, où l'anneau nerveux est à l'intérieur des pièces calcaires du péristome.

Si l'on examine une coupe dirigée exactement suivant un rayon (*Ophiocoma scolopendrina*, pl. III, fig. 4), on voit que l'anneau nerveux (*n*) donne naissance à sa partie inférieure à un mince prolongement qui sort des parois calcaires, se porte horizontalement en se dirigeant vers le centre de la bouche, puis se recourbe brusquement (*œ*) pour redevenir parallèle à lui-même, en formant cette fois la paroi du tube digestif. L'origine de celui-ci est donc bien la même que chez les Astérides, mais le rapport ne subsiste, pour ainsi dire, qu'à l'état de souvenir morphologique; la couche conjonctive et la partie épithélio-nerveuse de l'anneau se réduisent à une mince membrane parsemée de petites cellules à noyau en saillie; à mesure qu'elles s'éloignent de leur point de départ, les cellules grandissent, s'allongent jusqu'à former les cellules digestives. Les deux parties horizontales du tube digestif sont reliées l'une à l'autre par une forte lame mésentérique (pl. IV, fig. 3, *k*) qui délimite un espace clos,

annulaire que M. Kœhler a appelé *espace oral*. Si le rapport est fort net chez les espèces inférieures, comme l'*Ophiactis virens* (Simroth), l'*Ophiocoma scolopendrina*, où on peut facilement le constater par la dissection, il le devient beaucoup moins chez les espèces supérieures, telles que l'*Ophiothrix rosula*, où le pont qui relie l'anneau nerveux à la portion horizontale du tube digestif est réduit à une mince couche fibreuse parsemée de noyaux qui passe à travers une paroi conjonctive amorphe, et qui paraît même manquer par place.

Les Euryales présentent une disposition notablement différente; pour bien la comprendre, il faut se reporter à la planche V, figures 2 et 3; l'épithélium du tube digestif n'est plus en rapport avec celui de l'anneau nerveux; il est continu avec l'épithélium externe du corps, et spécialement avec celui des pièces dentaires ; la couche conjonctive n'est qu'un prolongement des parois du corps. Pourtant la donnée morphologique est respectée; l'anneau nerveux (*n*) donne naissance à un grand nombre de nerfs (fig. 3, *nœ*) qui forment un réseau compliqué dans la couche conjonctive de l'œsophage. Ces nerfs, assez volumineux, naissent de place en place, se ramifient et s'anastomosent les uns aux autres; ils sont composés uniquement de fibrilles nerveuses. Ce plexus nerveux œsophagien correspond exactement à la couche nerveuse que j'ai décrite dans le tube digestif de tous les Astérides, mais les dispositions anatomiques sont notablement différentes. Tandis que chez les Ophiures, le prolongement qui relie l'anneau nerveux au tube digestif est uniquement composé de fibrilles conjonctives et de noyaux épithéliaux, sans trace de fibrilles nerveuses, il devient chez les Euryales uniquement nerveux, sans tissu conjonctif ni noyaux cellulaires.

Physiologie. — Je n'ai que peu de chose à dire sur la physiologie de la digestion. Les Ophiures ne se nourrissent que de proies mortes ou inertes qu'ils rongent avec leurs dents péristomiales, plus perfectionnés en cela que les Astérides, carnassiers comme eux; parfois on trouve du sable dans l'intérieur du sac stomacal. Le tube digestif est fixé à l'intérieur du corps et ne joue aucun rôle dans la préhen-

sion des aliments; les corps non digérés sont naturellement rejetés par la bouche.

SYSTÈME NERVEUX.

Le système nerveux des Ophiures ne peut s'étudier avec fruit que sur des coupes; sa description est extrêmement compliquée; aussi vais-je la diviser en trois parties : 1° rapports des parties centrales, anneau oral et cordons radiaux; 2° leur histologie; 3° les nerfs qu'elles fournissent aux différentes parties du corps.

Rapports des parties centrales. — Lorsqu'on pratique soit des coupes interradiales du disque (pl. IV, fig. 3, et pl. III, fig. 4), soit des coupes transversales des bras (pl. III, fig. 7 et 8), on voit facilement le ruban nerveux vers la partie supérieure (*n*); il surmonte une cavité à peu près triangulaire, appartenant à l'appareil vasculaire (*r* ou *s*); il est surmonté par une autre cavité, irrégulière de forme, qui morphologiquement n'est qu'une portion du milieu extérieur enfermée par un repli calcaire (*sn*); en résumé, on peut dire que le ruban nerveux partage en deux une cavité circulaire, dont la moitié supérieure (qui n'a pas de correspondant morphologique chez les Astérides) est un *sinus sus-nervien*, et dont la moitié inférieure est un *sinus vasculaire*. En dessous encore et en contact avec ce dernier, se trouve un vaisseau bien limité qui appartient à l'appareil ambulacraire (*a* ou *b*).

A la partie supérieure, le ruban nerveux est recouvert d'une cuticule très mince sur laquelle s'attachent parfois des septums conjonctifs (*Ophiocoma scolopendrina*, pl. IV, fig. 12); à la partie inférieure, il est recouvert d'une couche de noyaux et de fibrilles conjonctives, très irrégulière, tantôt épaisse, tantôt mince, qui se confond sur les bords avec les parois calcaires du sinus vasculaire.

Voilà donc la position du système nerveux parfaitement définie. La forme du ruban radial est celle d'un long cordon plan-convexe, qui s'élargit un peu au niveau des ambulacres (c'est là qu'il donne naissance à un grand nombre de nerfs).

Histologie. — Pour étudier l'histologie des parties centrales, on enlève avec soin par la dissection une certaine longueur du ruban radial qu'on fixe par l'acide osmique à 1 pour 100 (vingt-quatre heures) ; on transporte dans l'eau distillée pendant le même temps, et on dilacère dans la glycérine.

L'anneau nerveux et les cordons radiaux sont formés, comme chez les Astérides, d'un épithélium à cellules filamenteuses très allongées, de 48 μ environ, entre lesquelles se trouvent les éléments nerveux (pl. III, fig. 5) ; le noyau est situé tout à fait vers la partie supérieure de la cellule, qui s'élargit un peu au sommet pour supporter une cuticule peu épaisse, mais fort nette ; le reste de la cellule se réduit à un filament très fin qui plonge dans les fibrilles nerveuses pour aller s'attacher sur le tissu conjonctif sous-jacent. Parfois, on trouve des inclusions dans la portion élargie des cellules épithéliales ; chez l'*Ophiothrix rosula*, j'ai vu de gros granules, très réfringents, peut-être graisseux, entourant le noyau (pl. III, fig. 5, *a*). Entre les filaments cellulaires et sur une hauteur de 36 à 40 μ, se trouve la substance nerveuse, fibres et cellules. La structure intime des éléments et leur disposition réciproque sont identiquement les mêmes que chez les Astérides ; je renvoie donc à mon mémoire sur ces animaux.

La description qne je viens de donner, parfaitement générale pour les Ophiures et les Euryales, n'est pas d'accord avec celles de Baudelot[1], Teuscher, Apostolidès et Kœhler, qui ont pris les noyaux épithéliaux pour des cellules nerveuses ; il paraît en être ainsi sur les coupes, mais si on a recours à la dilacération, on voit parfaitement les cellules de soutien.

Nerfs fournis aux différentes parties du corps. — A. Je vais d'abord étudier le cordon radial. Pour bien comprendre les rapports des différentes parties que je vais décrire, il faut se reporter à la planche III, figure 6, qui représente un bras d'*Ophiocoma scolopendrina* dont on a mis à nu par une coupe horizontale la rainure qui contient le cor-

[1] Baudelot, *Archives de zoologie expérimentale*, 1re série, tome I, 1872, p. 207.

don radial ; celui-ci a été enlevé, afin de laisser apercevoir les parties sous-jacentes ; le bras est donc vu par sa face supérieure.

On se rappelle que chez les Astérides les ambulacres passent par des trous ménagés entre les différentes vertèbres, ils sont donc intervertébraux ; chez les Ophiures, les ambulacres passent à travers des pièces calcaires pleines, les ossicules ; on peut dire qu'ils sont intravertébraux. Cette différence est commandée par le mode particulier de locomotion qui, chez les Ophiures, consiste en mouvements de latéralité des bras, c'est-à-dire s'effectuant dans un plan horizontal, tandis qu'ils s'effectuent dans un plan vertical chez les Astérides. Ainsi, le trajet des nerfs et des vaisseaux est creusé dans du calcaire compact et peut se retrouver sur le squelette, ce qui explique la figure précitée.

Au fond de la rainure radiale, au milieu des ossicules, on aperçoit deux paires de petits trous inégaux (*nm*) : ce sont les orifices par lesquels passent des nerfs destinés aux muscles intervertébraux (*mi*); sur les côtés de la rainure et un peu en avant, on voit une paire de cupules percées d'un orifice en leur centre (*b'*) : c'est sur ces cupules que s'attachent les tentacules ambulacraires ; le trou est l'orifice du canal ambulacraire transverse qui part du canal radial ; on voit aussi que ces cupules sont situées sur des lames calcaires transversales qui vont se confondre avec le test périphérique : c'est dans ces lames que l'on trouve le nerf périphérique qui va innerver les piquants.

1. Toutes les parties intéressantes du système nerveux se trouvent donc dans une série de coupes transversales, passant vers le milieu des ossicules. Etudions d'abord la coupe placée à droite, du côté du disque, et intéressant les nerfs des muscles intervertébraux. Chez l'*Ophiocoma scolopendrina*, il y a deux paires de nerfs par ossicule, les uns petits, les autres d'un volume plus considérable ; mais cela n'existe même pas tout le long du bras ; lorsqu'il diminue de taille, on ne trouve plus qu'une paire de nerfs ; chez toutes les autres espèces, on ne trouve guère qu'une paire (pl. III, fig. 8, *nm*). Les

nerfs se détachent du ruban nerveux près de ses extrémités, parfois sur ses bords mêmes, traversent le sinus radial (*s*) sous forme de septums obliques, puis s'enfoncent dans la trame calcaire du bras; on voit fort bien sur les coupes fines, les fibrilles du ruban nerveux s'infléchir pour devenir verticales et passer dans le nerf, enveloppé de noyaux conjonctifs qu'il perd à son entrée dans le bras; il est composé à peu près uniquement de fibrilles nerveuses, avec quelques cellules nerveuses périphériques.

Dans le cas d'une seule paire (fig. 8), le nerf se bifurque bientôt, la branche externe se dirige vers la partie supérieure du muscle intervertébral et s'y termine; la branche interne continue à descendre vers la partie inférieure du même muscle où elle s'enfonce également.

Dans le cas de deux paires (*Ophiocoma scolopendrina*), le petit nerf, plus externe, se termine dans la partie supérieure du muscle intervertébral, en s'épatant sensiblement; le gros nerf, plus interne, se ramifie un certain nombre de fois; ses ramifications cheminent dans les intervalles des muscles et finissent toutes par s'y terminer.

Ces nerfs brachiaux sont tout à fait constants; je les ai constatés chez l'*Ophiothrix rosula* (pl. III, fig. 8), l'*Ophioglypha albida*, *lacertosa*, l'*Ophiocoma scolopendrina*, l'*Astrophyton clavatum;* Teuscher les a signalés, quoique fort incomplètement, chez un *Ophiolepis*.

Je regrette vivement de n'avoir pu étudier les terminaisons nerveuses dans les muscles, ce qui n'est possible qu'au bord de la mer sur des animaux frais; il est certain que les muscles intervertébraux présentent de grandes facilités pour cette recherche.

2. Maintenant que nous connaissons les nerfs de la partie centrale du bras, étudions une coupe un peu plus éloignée, passant par les cupules ambulacraires (pl. III, fig. 7). On voit bien de chaque côté de la ligne médiane les ambulacres, protégés par une petite écaille calcaire; on ne voit qu'une partie du canal transverse, en forme d'angle, allant du canal ambulacraire radial (*b*) à l'ambulacre (*b'*). Le ruban nerveux s'aplatit à ses extrémités et se prolonge *en gar-*

dant sa structure (épithélium de soutien et fibrilles nerveuses) jusque sur l'ambulacre ; là il forme un anneau complet (fig. 7, ambulacre de gauche) dont on aperçoit la coupe de l'autre côté. Cet anneau, du côté interne, c'est-à-dire au point où il s'abouche avec le prolongement du ruban nerveux, émet sur l'ambulacre un long nerf (*na*) dont les fibrilles se perdent et se séparent à l'extrémité ; du côté externe, l'anneau donne naissance à un gros rameau uniquement composé de fibrilles nerveuses (sans cellules de soutien) qui passe dans le test où nous l'examinerons tout à l'heure.

On peut suivre point par point ma description sur la figure 7, planche III, où l'on voit très bien, à gauche, le prolongement du cordon radial entourer l'ambulacre comme un anneau, et à droite l'anneau donner naissance d'un côté, au nerf ambulacraire, de l'autre, au nerf périphérique.

Je vais reprendre et expliquer la disposition du nerf ambulacraire ; il est très remarquable de voir que l'anneau dont il dépend a gardé la structure qui caractérise le ruban nerveux, cellules de soutien et fibrilles (pl. III, fig. 11, *na'*). On se souvient que chez les Astérides l'ambulacre est recouvert d'un prolongement du ruban nerveux, avec la structure précitée ; il y a un reste morphologique de cette conformation chez les Ophiures ; en effet, si l'on se reporte au développement, on voit que l'ambulacre n'est qu'une évagination latérale du canal ambulacraire radial, qui se coiffe de toutes les couches qu'il est forcé de refouler pour paraître au dehors. Chez l'Astérie, l'ambulacre repousse simplement une couche conjonctive et le revêtement de la rainure ambulacraire (ruban nerveux) ; chez l'Ophiure, il refoule d'abord une mince couche conjonctive et le revêtement primitif de la rainure ambulacraire (ce qui constitue l'anneau nerveux), puis une seconde couche conjonctive et enfin le revêtement épithélial externe.

Le nerf longitudinal de l'ambulacre est entièrement plongé dans la couche conjonctive, surtout épaisse sur sa face externe. A son extrémité, ses fibrilles se dissocient et se mettent en contact avec l'épithélium externe, mais je n'ai pu constater de quelle façon. Les

ambulacres jouent un grand rôle comme organes tactiles; leurs cellules externes sont filamenteuses, assez hautes, faiblement vibratiles et pourvues de noyaux placés à différentes hauteurs; elles sont surtout fort nettes chez les *Ophiothrix* et l'*Ophiactis virens*, dont les ambulacres sont hérissés de petits mamelons tactiles.

3. Nous avons vu tout à l'heure que l'anneau nerveux de l'ambulacre donnait naissance, du côté externe, à un rameau qui passait dans la couche périphérique du test (pl. III, fig. 7, 8, *np*); au niveau de chaque piquant, il s'en détache une grosse branche qui pénètre dans celui-ci, et souvent une ou deux petites branches qui se terminent dans les muscles du mamelon articulaire du piquant.

La branche centrale ou nerf du piquant (pl. III, fig. 10), avant de pénétrer dans celui-ci, porte presque toujours un renflement très net (*gn*) composé de cellules nerveuses périphériques, tandis que le nerf passe au centre en se mettant en contact avec les cellules. J'ai vu une fois (pl. III, fig, 7, *gn*) un renflement traversé par deux nerfs, l'un d'eux s'épatait en pinceau pour se reformer après sa sortie du renflement. J'ai constaté avec la dernière netteté ces petits amas cellulaires chez l'*Ophiothrix rosula*, l'*Ophiocoma scolopendrina:* ils ont à peu près 100 μ de longueur. Il est à remarquer qu'on ne les trouve que sur des nerfs tactiles, tels que ceux des piquants; on les chercherait en vain sur les nerfs destinés aux muscles ou sur ceux des papilles dentaires: je serais assez porté à les considérer comme des ganglions en miniature, destinés à renforcer ou à modifier d'une façon particulière l'influx nerveux transmis par les fibrilles du nerf central.

Le nerf traverse la cupule articulaire du piquant (pl. III, fig. 7, 8, 10) et pénètre dans celui-ci par un petit orifice très visible sur le squelette; il a à peu près 10 à 12 μ de largeur; dans l'intérieur du piquant, il est relié aux parois par de nombreux tractus calcaires qui s'attachent sur son enveloppe; on voit bien sur les coupes un certain nombre de fibrilles qui se détachent du nerf central pour courir sur les tractus calcaires en se dirigeant vers la périphérie, mais l'obser-

vation devient tellement difficile qu'on les perd bientôt de vue. Toujours est-il que le nerf n'arrive pas jusqu'à l'extrémité du piquant; avant d'y atteindre, il se pinceaute, se divise en un assez grand nombre de rameaux qui se perdent également sur les tractus calcaires.

Le nerf périphérique ne dépasse pas la zone des piquants et ne donne aucun autre rameau que ceux qui leur sont destinés.

Quand le bras entre dans le disque, il se trouve isolé du test périphérique; aussi les nerfs que fournit le ruban radial ne suivent-ils pas le même chemin; le nerf ambulacraire, après avoir entouré l'ambulacre, sort de l'axe brachial par un petit orifice (pl. IV, fig. 11, *np*) placé en dessous de l'ambulacre, et va se répandre dans le tégument de la poche interradiale.

B. L'étude des nerfs fournis par l'anneau nerveux est moins compliquée; il émet quatre rameaux d'ordre différent : 1° les nerfs des ambulacres; 2° les nerfs des papilles dentaires; 3° les nerfs des muscles interradiaux; 4° des nerfs formant un plexus dans la portion horizontale de l'œsophage, n'existant que chez les Euryales.

1. Les nerfs des ambulacres, fournis par l'anneau oral, après avoir formé l'anneau précédemment décrit (pl. III, fig. 11, *na* et *na'*), ne donnent aucun autre rameau périphérique; c'est une différence fondamentale avec les nerfs ambulacraires brachiaux.

2, 3. On peut étudier les autres nerfs sur une coupe interradiale (pl. IV, fig. 3). Chez un *Ophiothrix*, l'anneau nerveux, de forme lenticulaire sur la coupe, est dirigé obliquement; en bas et du côté interne, il donne naissance à un prolongement qui va constituer le tube digestif (*œ*); en haut, il donne naissance à deux nerfs, uniquement composés de fibrilles nerveuses avec quelques rares cellules; l'un gros et court (*nm*) se dirige du côté externe et va se terminer sur le muscle interradial, en s'étalant à sa surface; l'autre (*nd*) se ramifie presque immédiatement et suit un trajet compliqué, en se divisant toujours, pour aller finalement innerver les papilles dentaires et leurs muscles; de petites branches se terminent dans ces derniers;

d'autres, plus volumineuses, percent la base de la papille dentaire et se terminent bientôt en se divisant, comme nous l'avons vu pour les piquants; mais il n'y a jamais de ganglions sur ces nerfs qui peuvent diriger la mastication, mais qui n'ont évidemment aucun rôle tactile.

4. Chez une Euryale (pl. V, fig. 2 et 3), l'anneau nerveux (*n*) est presque horizontal; il a la forme d'une lentille plan-convexe, la convexité tournée en haut; du côté externe, il émet comme chez les Ophiures deux nerfs, l'un, destiné au muscle interradial (*nm*), l'autre, aux papilles dentaires (*nd*); je n'insiste pas sur la disposition des rameaux nerveux, la figure en dira plus qu'une longue description. Chez l'Euryale comme chez l'Ophiure, les nerfs entrent dans les papilles dentaires, mais ne dépassent guère leur partie basilaire. Du côté interne et inférieur, l'anneau nerveux donne naissance de place en place à de gros nerfs (*nœ*), uniquement composés de fibrilles et de rares cellules nerveuses, qui se ramifient et s'anastomosent dans l'épaisseur de la couche conjonctive de l'œsophage. Ce plexus nerveux ne se met pas en rapport avec les cellules glandulaires: pas plus chez les Euryales que chez les Ophiures, on ne trouve de couche nerveuse courant entre les bases des cellules digestives, comme cela est général chez les Astérides.

Comparaison avec les Astérides. — Ce que je viens de décrire ne ressemble que peu au système nerveux des Astérides, pourtant il est possible de faire quelques rapprochements utiles. Chez l'Astérie comme chez l'Ophiure, on trouve l'anneau nerveux et les cordons radiaux; chez le premier type, ces parties centrales sont continues avec le tube digestif et le revêtement épithélial externe, tant comme épithélium que comme substance nerveuse; chez le second, par suite de la position particulière des parties centrales, non plus extérieures comme précédemment, mais internes, au plexus nerveux superficiel correspond le nerf périphérique et ses rameaux destinés aux piquants; à la couche nerveuse du tube digestif correspond chez les Euryales seulement, un plexus situé dans l'épaisseur de la couche

conjonctive. Enfin, je n'ai pu déceler, chez les Astéries, des nerfs semblables à ceux qui, chez les Ophiures, vont innerver les muscles des bras et du disque.

Organes des sens. — Les seuls organes sensoriels sont ceux du tact, représentés par les piquants, les tentacules ambulacraires et le tentacule terminal ; j'ai suffisamment insisté sur les dispositions anatomiques pour n'y plus revenir. L'olfaction, qui peut seule signaler aux Ophiures les proies dont ils se nourrissent, ne peut s'exercer que par les tentacules ambulacraires et le tentacule terminal dont les nerfs sont assez rapprochés du milieu extérieur.

LIQUIDE SANGUIN.

La cavité générale, les systèmes vasculaire et ambulacraire contiennent le même liquide tenant en suspension des corpuscules figurés identiques.

Le liquide n'est autre que de l'eau de mer avec tous les sels habituels ; il y a en dissolution dans ce liquide une quantité excessivement faible d'albumine ; quand on trouve un coagulum dans les coupes de vaisseaux fixés à l'alcool picrique, on voit qu'il est exclusivement formé de cellules, entre lesquelles on voit à peine quelques granules d'albumine coagulée.

Les corpuscules figurés présentent une identité complète avec ceux des Astérides ; comme eux, ils contiennent des amas de granules très réfringents, colorés en jaune clair ou en jaune verdâtre ; ils sont très amœboïdes, presque toujours réunis en plasmodiums, et forment parfois des réseaux protoplasmiques d'une complication extraordinaire dont les figures 1 et 2, pl. IV, ne peuvent donner qu'une faible idée.

Nature et fonctions des corpuscules sanguins et de leurs granules colorés. — Plusieurs auteurs, Howell, Fœttinger[1], se basant sur l'examen au microspectre, ont trouvé que les corpuscules amœboïdes avaient

[1] Fœttinger, *Archives de biologie*, tome I, p. 405, pl. XVII.

les raies de l'hémoglobine, d'où M. Fœttinger a conclu, notamment pour l'*Ophiactis virens*, que l'hémoglobine s'y trouvait au même état que chez les Vertébrés. C'est une erreur : les granules colorés ont les raies hémoglobiques, c'est vrai, mais bien d'autres substances les ont aussi (picrocarmin, par exemple); ce n'est nullement une preuve suffisante. En examinant les granules à un fort grossissement (oc. 3, obj. 10 imm. Nachet, à peu près 1 500 diamètres), on voit parfaitement qu'ils sont constitués par une substance tout à fait différente de l'hémoglobine ; j'ai retrouvé d'ailleurs ces granules plus ou moins colorés, mais conservant bien leurs caractères, depuis l'Astérie jusqu'à l'Homme, chez tous les animaux, Vers, Insectes, Arachnides, Crustacés, Annélides, Mollusques et Vertébrés ; ils ont donc un caractère de constance et d'importance absolument remarquable. Ces granules constituent un ferment au même titre que les granules digestifs, seulement avec une fonction exactement inverse ; tandis que le ferment digestif transforme les différents corps albuminoïdes en peptones solubles et dialysables, le ferment des corpuscules amœboïdes a pour mission de transformer ces peptones en albuminoïdes également solubles, mais non dialysables ; on comprend facilement la raison d'être de cette transformation, qui permet aux albuminoïdes assimilables ainsi produits, de séjourner dans la cavité générale et les vaisseaux sans crainte de passer au dehors par les branchies ou les organes excréteurs ; cela est surtout vrai chez les espèces inférieures, telles que les Echinodermes, où l'organisme est en osmose constante et considérable avec le milieu extérieur par l'intermédiaire d'organes spéciaux (sacs respiratoires, branchies lymphatiques des Astéries, poumons des Holothuries, etc.).

Dans mon travail sur les Astérides, j'ai donné le nom d'hémoxanthine aux granules jaunes des corpuscules sanguins ; induit en erreur par les observations d'Howell et de Fœttinger, je leur avais attribué un rôle dans la respiration. Il n'en est rien ; il n'y a aucun corps spécial destiné à s'oxyder, comme l'hémoglobine, l'hémocyanine (Céphalopodes, Fredericq), l'hémochlorine (chenille du *Bombyx rubi*), etc.,

pour aller ensuite perdre son oxygène au contact des tissus; la respiration s'opère par simple dissolution de l'oxygène dans l'eau de mer qui constitue le liquide sanguin proprement dit.

Chez les Astérides et les Ophiures, les corpuscules amœboïdes, ou *amœbocytes,* absorbent tous les produits de la digestion (peptones) et les transforment au moyen de leur *ferment albuminogène* en albumine soluble, mais non dialysable. Cette albumine n'est produite que par très petites quantités, assimilées par les tissus peu après sa formation; elle se joint au produit de dissolution des amœbocytes, lorsque ceux-ci disparaissent dans le liquide sanguin à la fin de leur évolution, leur ferment étant épuisé.

Origine des amœbocytes. — Les amœbocytes et leurs granules albuminogènes sont produits par des glandes lymphatiques; la glande ovoïde fournit les corpuscules de la cavité générale et du système vasculaire; les cordons génitaux et de petites glandes annexes (*Ophiothrix rosula*, *Ophioglypha albida*) sont plus spécialement en rapport avec la nutrition des organes génitaux; les vésicules de Poli sont uniquement destinées au système ambulacraire.

Quant à l'évolution des cellules de ces glandes, je renvoie aux descriptions que j'ai données à propos des Astérides, je n'ai pas un mot à y changer. J'ai constaté chez les Ophiures aussi nettement que chez les Echinodermes précédents, la formation des amœbocytes sur le vivant, ce qui est la meilleure preuve qu'on puisse donner. Je traiterai de l'histologie et de l'anatomie des glandes lymphatiques, lorsque j'arriverai aux systèmes avec lesquels elles sont en rapport.

Excrétion, respiration, sacs respiratoires. — Chez les Ophiures, il s'opère continuellement des échanges osmotiques entre la cavité générale et le milieu extérieur par l'intermédiaire des *sacs respiratoires.*

Ces sacs, découverts par Ludwig, sont au nombre de dix; ils débouchent à l'extérieur par une fente longitudinale située à côté du bras et parallèlement à sa direction (pl. IV, fig. 13, *br*); chez l'*Ophiura lævis*, le milieu de la fente est fermé par une soudure des

pièces calcaires qui la limitent, de sorte qu'il y a deux orifices pour un seul sac.

Pour bien voir les sacs, on peut les remplir de gélatine ou mieux encore plonger l'Ophiure vivant dans de l'eau de mer contenant du bleu de Prusse en poudre très fine ; le sac se remplit rapidement et est ainsi injecté *motu proprio*. On peut en voir d'excellentes figures, très exactes, dans le travail de Ludwig (*Zeitschrift für Wiss. Zool.*, Bd XXXI, 1878, taf. XXVI, fig. 11-25, et taf. XXVII, fig. 26).

L'eau de mer est appelée à l'intérieur du sac par un fort courant vibratile, dirigé de telle sorte que l'eau entre par un côté de la fente et s'échappe du côté opposé (Apostolidès) ; les cils sont portés par des cellules cubiques qui forment de place en place des amas, ce qui donne un aspect mamelonné assez bizarre à la paroi vue de champ. De véritables mouvements respiratoires, consistant en abaissements et relèvements successifs de la face aborale contribuent aussi à la sortie et à l'entrée de l'eau.

Chez l'*Ophiothrix rosula*, espèce que l'on peut considérer à beaucoup d'égards comme la plus supérieure en organisation des Ophiures, le sac respiratoire ne se borne pas à se dilater dans la cavité générale, il envoie un prolongement qui entre dans le muscle interradial (pl. IV, fig. 3, *br'*), de façon à faire circuler dans ce muscle (*y*) le fluide oxygéné et à remporter ses produits d'excrétion. Ce prolongement le parcourt dans toute son épaisseur en se ramifiant un certain nombre de fois. Dans la coupe interradiale représentée planche IV, fig. 3, on peut voir, dans le muscle, la coupe du prolongement respiratoire qui y est inclus ; pour voir celui-ci déboucher au dehors (*br'*), il faudrait une coupe un peu plus rapprochée du radius que celle que j'ai représentée.

C'est par osmose à travers les sacs respiratoires que s'opère l'excrétion, tant des produits gazeux dissous que des sels uriques, guanine, xanthine, etc. ; ils sont donc parfaitement homologues au point de vue fonctionnel aux branchies lymphatiques des Astérides.

Enfin, les organes génitaux débouchent sur leur paroi ou du

moins aux bords de la fente, et c'est par là que s'en vont les produits génitaux au moment de leur maturité (ce qui leur avait fait donner par Ludwig le nom de bourses génitales).

Je vais résumer en quelques lignes les faits relatifs à la physiologie du liquide sanguin : les produits de la digestion sont assimilés et transformés à l'intérieur des amœbocytes ; restitués ensuite par ceux-ci sous la forme d'albumine non dialysable, qui est immédiatement absorbée par les tissus, puisqu'on n'en trouve que des quantités très faibles dans le liquide sanguin : l'oxygène passe dans celui-ci à l'état de simple dissolution. L'excrétion et la respiration s'opèrent par simple osmose à travers la paroi des sacs respiratoires.

APPAREIL AMBULACRAIRE.

Comme les Astérides, les Ophiures possèdent deux systèmes de cavités vasculiformes parfaitement distincts l'un de l'autre : le premier, l'appareil ambulacraire, qui, dans la première famille, était l'agent actif de la locomotion, ne joue plus qu'un rôle effacé chez les Ophiures, où il est surtout destiné au tact; le second, l'appareil vasculaire ou sanguin, est une dépendance de la cavité générale (au point de vue anatomique et physiologique). Enfin, chez les Ophiures, se joint un troisième système de cavités parfaitement closes, qui sont morphologiquement des portions du milieu extérieur enfermées dans les tissus par la production de replis calcaires, dans les premiers stages du développement.

Je vais commencer par l'étude de l'appareil ambulacraire ; il est connu dans ses grandes lignes depuis longtemps (Ludwig, Teuscher, Simroth, Apostolidès). Il se compose d'un cercle oral donnant une branche radiale à chacun des bras ; dans un interradius, l'anneau ambulacraire donne naissance au canal du sable, qui se recourbe, pour aller déboucher à la face supérieure par un pore simple ; dans chacun des quatre autres interradius, il porte une vésicule de Poli, assez petite, qui est chargée de fournir les éléments figurés au système ambulacraire. Les branches radiales portent de petits vais-

seaux latéraux, qui vont se jeter dans les ambulacres ; à l'extrémité des bras, elles forment de courts tentacules terminaux ; l'anneau oral donne aussi naissance directement à dix paires d'ambulacres ; c'est la seule différence avec les Astérides.

Chez l'*Astrophyton clavatum*, le schéma est le même, sauf que le canal du sable débouche à l'extérieur par une plaque criblée de petits trous (pl. V, fig. 1), véritable madréporite, comme chez les Oursins et les Astéries. Enfin, chez d'autres Euryalides, il y a jusqu'à cinq plaques ou cinq pores madréporiques (*Trichaster*[1]) ; il est fort regrettable qu'on n'ait point sur ces animaux d'étude qui fasse connaître les rapports des vésicules de Poli avec ces cinq canaux du sable.

Histologie. — Les vaisseaux ambulacraires sont recouverts d'un épithélium pavimenteux, vibratile, reposant sur une couche mince de tissu conjonctif assez compact. Les fibres musculaires que M. Kœhler a décrites sont des fibrilles conjonctives, accolées contre le tissu basilaire ; elles seraient d'ailleurs parfaitement inutiles à des vaisseaux creusés dans du calcaire rigide.

Nous avons déjà examiné la constitution de l'ambulacre au point de vue morphologique ; sur une coupe transversale, passant environ vers le milieu, on verrait d'abord l'épithélium ambulacraire, une couche de muscles longitudinaux, une épaisse couche conjonctive, dans l'épaisseur de laquelle on voit, du côté interne, le nerf ambulacraire, et enfin l'épithélium externe, hérissé de mamelons chez les *Ophiothrix* et l'*Ophiactis virens*, simplement plissé chez les *Ophioglypha*, *Ophiocoma*, *Ophiolepis*. Chez l'*Ophiothrix rosula*, l'épithélium externe est pourvu de petits cils vibratiles.

Chez les jeunes *Ophiothrix rosula* (disques de 1 à 3 millimètres de diamètre), les ambulacres présentent, à l'intérieur, une série de mamelons alternant d'un côté à l'autre de l'ambulacre ; ce sont de grosses cellules embryonnaires qui constituent le revêtement ambu-

[1] Ludwig, *Trichaster elegans* (*Zeitsch. für Wiss. Zool.*, tome XXXI, 1878, p. 59).

lacraire. Leur saillie diminue à mesure que l'animal grandit, et, chez l'adulte, on trouve à leur place une couche à peu près lisse de petites cellules normales.

Chez l'*Ophiocoma scolopendrina*, j'ai vu une disposition bien particulière du canal transverse qui va de l'ambulacre au vaisseau radial. Le canal, nettement limité, descend bien plus bas que le vaisseau, puis remonte, en décrivant un angle aigu, pour s'aboucher avec lui (pl. III, fig. 7). D'après les figures de Simroth et de Teuscher, je vois qu'il en est de même chez l'*Ophiactis virens* et l'*Ophiocoma crassispina;* chez l'*Ophiothrix rosula* et l'*Astrophyton clavatum*, au contraire, le canal transverse va directement du vaisseau radial à l'ambulacre.

Par suite de la disposition valvulaire de l'orifice du canal transverse, le liquide ambulacraire des Ophiures ne peut sortir de l'ambulacre, lorsque celui-ci se contracte (Ludwig, Kœhler) ; nous avons noté le même fait pour les Astéries (Jourdain, Lange).

Vésicules de Poli. — Nous avons vu que, dans un interradius, l'anneau oral donnait naissance au canal de sable et, dans les quatre autres, aux vésicules de Poli.

Celles-ci, toujours de petite taille, sont des glandes lymphatiques, comme celles des Astéries; c'est sur leur paroi interne que l'on trouve la partie active. En coupe (pl. IV, fig. 6), elles présentent, à l'extérieur, une couche de cellules péritonéales, irrégulièrement disposées et vibratiles (*e*), mêlées à quelques fibrilles conjonctives et à des rognons de substance fondamentale (*f*) ; puis une zone de substance fondamentale, absolument amorphe et transparente (*af*), et enfin des fibrilles conjonctives entrecroisées comme la trame et la chaîne d'une étoffe. C'est sur ces fibrilles que repose la partie sécrétante (*l*), formée d'un lacis fibreux, limitant des alvéoles irrégulières remplies de cellules. Ces cellules se multiplient et se chargent du ferment albuminogène (pl. IV, fig. 9, *l*) ; elles deviennent amœboïdes dans l'intérieur même du lacis fibreux (pl. IV, fig. 7 et 8), dont elles s'échappent pour tomber dans la cavité de la vésicule, d'où

elles gagnent l'anneau ambulacraire au moyen de leurs mouvements amœboïdes. En examinant la vésicule de Poli dans de l'eau de mer aérée, on voit parfaitement, à un fort grossissement, la production du ferment et les mouvements amœboïdes des cellules (pl. IV, fig. 7). Il n'y a absolument aucun doute sur la fonction lymphatique des vésicules.

La description que M. Kœhler en a donnée ne concorde aucunement avec la mienne ; il a pris les fibrilles conjonctives pour des fibres musculaires, et a complètement méconnu le rôle et l'histologie de la paroi interne sécrétante.

Canal du sable. — Chez les Ophiures adultes, le canal du sable reproduit exactement la disposition qu'il affecte chez une très jeune Astérie ; c'est un tube simple, entièrement membraneux, d'un calibre constant qui, après s'être jeté dans une ampoule volumineuse, débouche à l'extérieur par un petit pore, caché sous la plaque interradiale (plaque buccale).

Le canal du sable (pl. IV, fig. 3, *c*) part du cercle oral (*a*) avec à peu près le même diamètre que celui-ci, 80 μ environ ; dès son origine, il se compose d'une couche de tissu conjonctif amorphe sur laquelle reposent les cellules palissadiques serrées les unes contre les autres (pl. IV, fig. 5) ; on sait qu'il est accompagné par la glande ovoïde (fig. 3, *g*) qui chemine d'abord à ses côtés ; puis il la traverse, se replie plusieurs fois et finalement arrive dans sa dilatation ampullaire qu'il aborde par une de ses extrémités (pl. IV, fig. 4) ; en face du point où il se jette dans l'ampoule, c'est-à-dire sur le même plan vertical interradial, se trouve l'orifice extérieur (*m*). L'ampoule, fort volumineuse et assez irrégulière, est tapissée par le même épithélium palissadique que le canal du sable ; on peut la reconstituer facilement par la méthode graphique, en étudiant un certain nombre de coupes interradiales successives. Cette ampoule, signalée par Ludwig, existe chez l'*Ophiothrix rosula* et l'*Ophiocoma scolopendrina*, et est probablement générale chez les Ophiures ; elle correspond évidemment aux ampoules vibratiles que MM. Ludwig,

Perrier, Carl Vogt et Yung ont trouvées sur les canaux aquifères des Crinoïdes.

L'ampoule, située dans l'épaisseur du tissu calcaire et non pas libre comme l'a figuré Ludwig, débouche à l'extérieur par un court canal (pl. IV, fig. 3 et 4, *m*); le pore ne se trouve pas exactement sur la ligne médiane interradiale; il est très nettement asymétrique, mais ne débouche pas sur les côtés de la fente respiratoire, comme le croyait Ludwig. Il est impossible de le voir de l'extérieur, d'abord à cause de sa petite taille, et ensuite parce qu'il est presque entièrement recouvert par la plaque buccale.

Chez l'*Astrophyton clavatum*, le madréporite, assez volumineux, est situé dans l'angle dessiné par la jonction de deux radius voisins; il porte une vingtaine de pores, percés au sommet de petits mamelons; souvent un seul mamelon est percé de deux pores, placés à côté l'un de l'autre (pl. V, fig. 1). Le canal du sable (pl. V, fig. 2) part comme toujours de l'anneau oral, qui est chez ce type très éloigné de l'anneau nerveux et vasculaire; il suit un trajet à peu près rectiligne, puis se dilate en une ampoule de petite taille (*d*) qui collecte tous les tubes madréporiques, anastomosés entre eux, mais d'une façon peu compliquée. Les tubes madréporiques et l'ampoule sont limités par un revêtement de petites cellules cubiques, comme les tubes madréporiques des Astérides; le canal du sable présente les mêmes cellules palissadiques que celui des Ophiures.

Morphologie. — On voit que l'appareil ambulacraire offre chez les Ophiures des caractères de simplicité qui rappellent tout à fait le même appareil chez de très jeunes Astéries, alors qu'il n'y a qu'un seul pore madréporique.

Pas plus chez les Ophiures que chez les Astéries, on voit qu'il ne peut être question d'assimiler l'appareil ambulacraire à un système aquifère; le pore externe est excessivement minime et à moitié couvert par une plaque calcaire; d'ailleurs en admettant l'entrée de l'eau, par où sortirait-elle, puisqu'il n'y a qu'un orifice? Enfin la présence de nombreux amœbocytes dans le liquide ambulacraire

montre à n'en pas douter qu'il n'y a ni arrivée ni sortie d'eau de mer. Le canal du sable est un simple souvenir morphologique qui joue peut-être un rôle chez l'embryon, mais dont l'importance chez l'adulte est à peu près nulle.

APPAREIL VASCULAIRE.

Comme chez les Astérides, l'appareil vasculaire se compose de deux parties reliées ensemble par le sinus interradial ou glandulaire qui contient à son intérieur la glande ovoïde et le canal du sable. La première, destinée à la nutrition des centres nerveux, forme un cercle oral, immédiatement sous-jacent à l'anneau nerveux, qui donne naissance à cinq sinus radiaux, suivant également le trajet des cordons nerveux radiaux. Dans un interradius, l'anneau vasculaire donne naissance au sinus glandulaire.

La seconde partie, destinée à la nutrition des organes génitaux, part de la partie supérieure du sinus glandulaire et forme un anneau irrégulier, suivant un trajet assez compliqué, qui donne lui-même naissance à dix vaisseaux génitaux, dirigés parallèlement aux bras et longeant les fentes des sacs respiratoires; chacun de ces vaisseaux, arrivé au niveau de chaque organe génital, l'enveloppe complètement en formant le sinus génital. Voilà pour l'appareil vasculaire proprement dit, qui est calqué pour ainsi dire sur celui des Astérides; la glande ovoïde émet à sa partie supérieure des prolongements pleins, cellulaires qui traversent tout l'anneau vasculaire, se rendent dans les vaisseaux génitaux, et se confondent finalement avec la partie basilaire des organes sexuels : ce sont les cordons génitaux que M. Perrier a montrés d'abord chez les Comatules et dont j'ai décrit en détail le développement chez les Astéries.

Avant de passer à une description plus détaillée de l'appareil vasculaire, je désire préciser les termes dont je me sers : par appareil vasculaire ou sanguin, je n'entends pas du tout la même chose que MM. Ludwig et Kœhler; j'ai montré chez les Astérides que le *Blutgefassystem* de Ludwig n'avait pas une existence autonome; ici, c'est

un septum conjonctif, là une glande ou le cordon génital que l'auteur allemand a dénommé *Blutgefäss ;* il en est de même chez les Ophiures où les vaisseaux et système vasculaire de MM. Ludwig et Kœhler n'existent pas en tant que vaisseaux ; l'emploi de ce terme, tout à fait faux, crée une regrettable confusion, et l'anatomie des Echinodermes est assez avancée pour que l'on se débarrasse d'une terminologie erronée. J'entends par système vasculaire ce que Ludwig a appelé canaux périhœmaux chez les Astérides, et une partie seulement des canaux périhœmaux de Ludwig et Kœhler chez les Ophiurides.

En effet, chez ces derniers, Ludwig et Kœhler ont appelé canaux périhœmaux les cavités qui entourent complètement les rubans nerveux circulaires et radiaux, donnant ainsi à entendre que ces deux cavités sont homologues et de même nature; il n'en est rien : tandis que la cavité inférieure (fig. 4, 7, 8, *r* ou *s*, pl. III) correspond exactement au système vasculaire des Astérides, la cavité supérieure (*sn*) n'est morphologiquement qu'une portion du milieu extérieur isolée dans les premiers stades du développement. Chez les Euryales, cette cavité supérieure prend une existence plus autonome (pl. V, fig. 3, *sn*), en accompagnant comme toujours le système nerveux ; pour rappeler ce rapport, et peut-être aussi son correspondant morphologique chez d'autres Echinodermes, je donnerai aux différentes parties de ce système pseudo-vasculaire le nom d'*anneau* et de *sinus sus-nerviens.*

Anneau et sinus sus-nerviens. — Chez le très jeune Ophiure, la rainure ambulacraire est à nu et le ruban nerveux extérieur, comme cela persiste chez les Astérides; en effet, on retrouve la cuticule de ce dernier, même chez les Ophiures adultes; dans les premiers stades du développement, la rainure est recouverte par des replis calcaires qui la ferment complètement; mais, entre ces replis calcaires et le ruban nerveux, subsiste une petite cavité qui s'agrandit et se régularise par la suite; ainsi se constitue chez l'adulte un appareil sus-nervien parfaitement clos de toutes parts, consistant en un anneau

oral et en cinq sinus radiaux. Ces cavités ne sont limitées que par des parois calcaires épaissies; un certain nombre de noyaux de cellules embryonnaires s'appliquent sur les tractus calcaires, sans arriver à former un véritable revêtement épithélial; souvent des septums conjonctifs formés de fibrilles et de noyaux traversent le sinus sus-nervien et viennent s'attacher à la surface du cordon nerveux radial (pl. IV, fig. 12, *k*) (bras *Ophiocoma scolopendrina*, rarement *Ophiothrix rosula*).

Chez les Ophiures où l'anneau nerveux se continue directement avec le tube digestif (pl. III, fig. 4), on peut dire que l'anneau sus-nervien communique virtuellement avec l'extérieur, ou du moins qu'il n'en est séparé que par une soudure accidentelle entre la partie inférieure du prolongement nerveux et les parois calcaires environnantes. Mais il n'en est pas de même chez les Euryales (pl. V, fig. 3), où l'anneau sus-nervien est parfaitement clos et séparé de l'extérieur par toute l'épaisseur du tube digestif et des nerfs qui y plongent. En résumé, chez les Euryales, l'anneau sus-nervien a pris une existence plus autonome que chez les Ophiures, sans pourtant arriver à communiquer avec le véritable appareil vasculaire; je doute que cette communication s'établisse chez d'autres Echinodermes; pour chercher l'homologue de l'appareil sus-nervien, je crois qu'il faudrait plutôt porter son attention sur les espaces intranerviens des Oursins.

Partie supérieure de l'appareil vasculaire (*anneau oral et sinus radiaux*). — Au point de vue histologique, comment sont limitées ces cavités? Il n'y a pas un revêtement épithélial continu comme chez les Astérides; on voit seulement des cellules embryonnaires placées irrégulièrement et mêlées à des fibrilles conjonctives. Sur le ruban nerveux, à sa face inférieure, il y a également un amas de fibrilles et de noyaux (c'est ce que MM. Ludwig et Kœhler ont appelé vaisseaux) qui parfois forment presque un revêtement épithélial et, d'autres fois, forment des amas plus ou moins épais; les nerfs des muscles brachiaux, qui traversent la cavité du sinus radial sont éga-

lement revêtus d'une mince enveloppe de fibrilles et de cellules. L'enveloppe fibrillaire du ruban nerveux se prolonge sur les nerfs ambulacraires (pl. III, fig. 7) et va se confondre avec le réseau conjonctivo-calcaire sur lequel s'insèrent les muscles de l'ambulacre.

Les Ophiures présentent donc, quant au revêtement des cavités vasculaires, un caractère d'infériorité sur les Astérides; en effet, tandis que chez ceux-ci les cellules forment une véritable couche épithéliale (à l'encontre des idées d'Hamann), chez les seconds elles sont encore séparées et disposées irrégulièrement.

M. Kœhler a rectifié en partie l'opinion de Ludwig en montrant que les prétendus vaisseaux qui courent sous le ruban nerveux n'ont pas une constitution aussi nette que le pensait l'auteur allemand, mais je ne suis plus de son avis quand il admet que les amas de cellules et de fibres représentent un système autonome; je doute fort qu'il les ait injectés sur une certaine longueur, car il est impossible de faire passer un liquide à travers du tissu conjonctif aussi irrégulièrement disposé que celui-là. Enfin, quant au rôle que M. Kœhler leur attribue, de former les éléments figurés du système vasculaire (périhamal de Kœhler), il faudrait l'avoir constaté sur le vivant, ce qu'il n'a pas fait; les noyaux ne subissent pas du tout l'évolution spéciale que j'ai décrite dans les glandes lymphatiques et n'ont pas plus de valeur au point de vue morphologique que les noyaux des brides mésentériques ou des tractus calcaires.

Enfin, un dernier argument : j'ai montré à n'en pas douter chez les Astérides que les prétendus vaisseaux de Hamann et de Ludwig n'existaient pas, ou avaient une toute autre signification que celle que leur attribuaient les auteurs précités. Il faut donc abandonner totalement cette théorie du système vasculaire, présentée et soutenue avec beaucoup d'habileté par Ludwig et d'autres auteurs, mais qui repose sur de fausses interprétations. Les seules cavités vasculaires du bras et du disque sont les sinus radiaux et l'anneau oral ; quant aux amas fibrocellulaires que l'on remarque par places, ils

n'ont aucune signification morphologique, c'est simplement un revêtement mi-fibreux, mi-cellulaire, qui n'a encore pu s'organiser en épithélium continu.

En coupe, le sinus radial a une lumière à peu près triangulaire, le sommet étant occupé par le canal ambulacraire et la base par le ruban nerveux. Chez l'*Astrophyton clavatum*, il est partagé en trois cavités secondaires par un septum en forme de Λ ou d'人 ; ce septum naît par une seule extrémité sur la couche conjonctive du ruban nerveux, puis se divise presque immédiatement pour aller s'attacher en dessus du canal ambulacraire sur deux gros rognons de substance conjonctive ; le septum est formé d'une mince membrane parsemée de noyaux. Simroth a trouvé chez l'*Ophiactis virens* un septum en forme d'人 présentant la même disposition que précédemment.

Ces septums du sinus radial sont homologues à ceux que l'on trouve chez tous les Astérides ; ils ont pour but de soutenir le ruban nerveux en le reliant solidement au canal ambulacraire.

Un point important à fixer est la communication du système vasculaire avec la cavité générale ; elle a été soupçonnée ou indiquée par la plupart des auteurs qui ont étudié les Ophiures, Ludwig, Teuscher, Apostolidès, Kœhler, mais aucun d'eux ne l'a affirmé ou démontré d'une façon décisive, ce qui s'explique par les fausses idées qu'ils se faisaient de la cavité générale du bras. Le bras de l'Ophiure (pl. III, fig. 6) peut être comparé à un bras d'Astéride dont les parois se rapprocheraient de l'axe brachial jusqu'au contact, en se soudant avec les apophyses calcaires sur lesquelles s'insèrent les muscles intervertébraux (*mi*), de sorte qu'il reste des portions de la cavité générale (*cg*) enfermées entre deux apophyses calcaires successives. Tout le long du bras, à sa partie inférieure, se voit un canal triangulaire, dernier reste de la cavité générale inférieure à l'axe brachial ; dans les intervalles musculaires, ce canal est naturellement continu avec les portions isolées de cavité générale. La figure 6, pl. III, montre un bras d'*Ophiocoma scolopendrina*, vu par la partie supérieure ; on voit bien sur les côtés, au contact des muscles, la

cavité générale divisée en portions séparées (*cg*). La figure 7, même planche, est une coupe transversale passant par les intervalles musculaires et montrant nettement la cavité générale sur les côtés de ceux-ci (*cg*). Enfin, la figure 8, même planche, est une coupe transversale passant à travers l'apophyse calcaire ; on ne voit plus trace de la cavité générale sur les côtés, mais il reste toujours en bas le canal triangulaire dont nous avons parlé précédemment (*cg*). Je pense qu'en comparant la vue de champ et les deux coupes, on comprendra facilement la disposition de la cavité générale dans le bras.

Au niveau de chaque intervalle musculaire et un peu après l'ambulacre, se trouve un canal de communication entre le sinus radial et la cavité générale (pl. IV, fig. 12, *o'*) ; ce canal est fort large, on peut le constater facilement par la dissection chez les grosses espèces; mais chez quelques-unes seulement (*Ophiocoma scolopendrina*, par exemple), il affecte une disposition rectiligne, ce qui permet de l'observer entièrement sur une même coupe transversale du bras (comparer les fig. 6 et 7, pl. III, et la fig. 12, pl. IV). La cavité générale du bras est entièrement revêtue d'un épithélium pavimenteux formant une mosaïque polygonale; à mesure que le canal de communication se rapproche du sinus radial, les cellules se séparent, s'espacent, si bien qu'on finit par avoir le revêtement particulier du sinus radial, formé de noyaux irrégulièrement disposés sur un fond de fibrilles conjonctives.

Lorsque le bras entre dans le disque, naturellement les canaux de communication débouchent directement dans la cavité générale du disque (pl. IV, fig. 11, *o'*) ; on est ainsi ramené aux conditions normales de l'Astérie ; on constate facilement par la dissection ces orifices, placés comme toujours dans les intervalles musculaires, un peu au-dessus et à côté des cupules ambulacraires. Mais je crois que la communication entre le sinus radial et la cavité du disque est en réalité complètement annihilée par la disposition du mésentère chez les Euryales et de la fente respiratoire chez les Ophiures ; en effet,

les pièces calcaires qui bordent la fente, appliquées contre le bras, doivent en réalité obturer complètement les orifices ; de même chez les Euryales, on voit le long du bras une bride péritonéale qui s'appuie sur ce dernier et qu'il faut enlever complètement pour mettre à nu les orifices.

Si les orifices du disque sont ainsi obturés par une disposition secondaire, qui n'est peut-être pas constante, il n'en est pas de même pour ceux du bras, qui assurent bien réellement la communication entre le système vasculaire et la cavité générale; il est connu depuis longtemps qu'une injection poussée par le sinus passe toujours dans la cavité du bras ou du disque. Enfin, je rappellerai que chez les Astérides, j'ai démontré chez toutes les espèces que j'ai étudiées une communication semblable, au niveau de chaque intervalle vertébral. Les Ophiures rentrent donc bien dans le plan général des Astérides.

Dans cette dernière famille, j'ai décrit également cinq orifices interradiaires, qui mettent en communication l'anneau vasculaire oral et la cavité générale du disque ; ils n'existent pas chez les Ophiures et les Euryales, ce qui peut s'expliquer par la proximité de l'anneau et de la cavité générale, qui permet aux échanges osmotiques de s'opérer facilement, sans qu'il soit besoin d'orifices de communication.

Sinus glandulaire, glande ovoïde. — Dans un interradius, le cercle vasculaire oral (pl. IV, fig. 3 et 13) donne naissance à un vaste sinus, qui remonte vers la partie supérieure, pour aller rejoindre le second anneau vasculaire, destiné aux organes génitaux. Comme chez les Astérides, je lui donnerai le nom de *sinus glandulaire,* car il contient dans sa cavité la glande ovoïde et le canal du sable. Chez les Ophiures vrais (fig. 13, *g*), ce sac a la forme d'une poire allongée, dont la partie rétrécie débouche dans l'anneau oral. A son origine, sa cavité est à peu près virtuelle, notamment chez l'*Ophiothrix rosula* (pl. IV, fig. 3). Un fait important à noter, c'est qu'il communique seulement avec l'anneau vasculaire oral, et qu'il ne s'abouche pas du

tout avec l'anneau sus-nervien, situé de l'autre côté du ruban nerveux, comme l'a figuré M. Kœhler.

On trouve souvent des plaques calcaires aréolées dans la paroi du sinus (*Ophiothrix rosula*) ; celle-ci est presque en tous points confondue avec la glande ovoïde, qui remplit complètement le sinus ; c'est à peine si l'on voit, de place en place, quelques restes de sa cavité primitive (pl. IV, fig. 3, *h*), devenue à peu près virtuelle ; à la face supérieure, la paroi du sinus se confond avec les parois du corps, tandis que la glande ovoïde accompagne le canal du sable jusqu'à sa dilatation ampullaire (pl. IV, fig. 4, *g*).

Comment naît la glande ovoïde ? Chez les Ophiures, elle s'implante directement, par un court et mince pédicule, sur le revêtement conjonctif de la face inférieure de l'anneau nerveux, puis elle traverse obliquement les parois du péristome, pour aller s'accoler au canal du sable (pl. IV, fig. 3, *g*) ; elle ne se dilate pour devenir pyriforme qu'à une certaine distance de son point d'origine ; le canal du sable la traverse de part en part et se replie même plusieurs fois à son intérieur.

Chez les Euryales, les dispositions sont un peu différentes, et dénotent un perfectionnement remarquable. L'anneau oral n'est plus enfermé dans les pièces calcaires du péristome, comme chez les Ophiures ; il est situé presque au contact du liquide de la cavité générale ; d'extérieur qu'il était chez les Astérides, il a fini par passer à l'intérieur. Il donne naissance à un vaste sinus glandulaire, qui rappelle beaucoup plus celui des Astérides que celui des Ophiures (pl. V, fig. 2 et 3, *h*) ; ce sinus, à paroi fort nette, composée d'une couche conjonctive comprise entre deux revêtements épithéliaux de cellules cubiques, est perforé, assez loin de son origine, par le canal du sable, qui entre à son intérieur, puis il se termine enfin sur la paroi supérieure du disque, en se confondant avec le revêtement péritonéal environnant. La glande ovoïde (*g*), en continuité avec le revêtement conjonctif de l'anneau nerveux, naît par une large base, percée de nombreuses cavités irrégulières (pl. V, fig. 3, *v g*) ; son

tissu se resserre vers sa partie médiane, pour redevenir très aréolaire à sa partie terminale. La cavité du sinus glandulaire est très appréciable chez les Euryales; elle n'est remplie qu'en partie par la glande ovoïde, qui s'attache à sa paroi par de nombreuses brides conjonctives.

Ce n'est pas tout : en communication avec les cavités de la glande ovoïde et, par conséquent, avec l'anneau vasculaire, on voit de nombreuses cavités vasculaires dans la couche conjonctive de l'œsophage (pl. V, fig. 3, *vœ*); ces cavités, irrégulièrement disposées, mais de contours très nets, sont limitées par un épithélium cubique, semblable à celui qui recouvre tout le système vasculaire des Euryales ; ce sont donc bien des prolongements de l'anneau oral ; il est probable qu'en s'éloignant de celui-ci ils perdent la régularité de leur revêtement, pour prendre le caractère de lacunes conjonctives.

Ce sont là les rudiments d'une ramification vasculaire sur le tube digestif, si nette chez les Oursins et les Holothuries ; si l'on pouvait tenter une injection sur une Euryale (ce que je n'ai pu faire, disposant d'un unique échantillon conservé dans l'alcool), je suis convaincu que le liquide coloré remplirait les cavités vasculaires de la glande ovoïde et celles de l'œsophage. Les premières sont homologues aux vaisseaux glandulaires qui parcourent la glande ovoïde des Oursins (décrits par M. Kœhler) ; les secondes sont les rudiments des ramifications vasculaires si développées sur le tube digestif des Holothuries et des Oursins.

J'ai cherché à voir, dans le madréporite des Euryales (pl. V, fig. 2, *m*), si quelques pores débouchaient dans le sinus glandulaire, comme cela existe chez les Astéries et les Oursins ; mais j'ai constaté très nettement que tous les pores s'ouvrent, sans exception, dans la dilatation ampullaire du canal du sable.

Histologie de la glande ovoïde. — Avant de passer à l'étude de l'anneau vasculaire génital, il convient d'examiner la structure de la glande ovoïde. Chez les Ophiures, c'est une trame conjonctive assez

serrée, dont les intervalles sont remplis irrégulièrement de cellules lymphatiques. Celles-ci, à l'état jeune (pl. IV, fig. 10), ne sont que des noyaux entourés d'une mince couche de protoplasma ; peu à peu, les granules de ferment s'accumulent autour du noyau (*l*), et la cellule devient alors amœboïde et prête à sortir de la glande. J'ai constaté, avec grande netteté, sur le vivant, la formation des corpuscules amœboïdes et toutes les phases du développement (pl. V, fig. 10, *a*).

Chez l'Euryale, l'histologie est à peu près semblable ; mais la glande n'est vraiment active que sur la moitié environ de sa longueur ; à son origine, elle offre un amas considérable de cellules pressées sur des fibres longitudinales ; au moment où elle est percée par le canal du sable, elle ne se compose plus que d'un tissu aréolaire, renfermant quelques cellules isolées et un coagulum granuleux (dans les coupes) ; on s'expliquera facilement la présence de ce coagulum granuleux, si l'on se souvient que nous avons attribué aux amœbocytes la fonction albuminogène ; il est naturel que l'on trouve beaucoup d'albumine aux environs de la glande productrice des amœbocytes.

Chez les Ophiures, M. Kœhler a donné une description assez exacte de la glande ovoïde, au point de vue histologique ; il lui attribue, mais avec certaines hésitations, le rôle de produire les éléments de la cavité générale ; à mon avis, il ne peut y avoir aucun doute ni aucune restriction à faire sur la fonction qui est exclusivement celle que nous avons étudiée et démontrée par l'étude du vivant.

Seconde partie de l'appareil vasculaire : anneau vasculaire génital.— L'étude des parties précédentes, anneau oral et sinus radiaux, est relativement facile ; on peut déceler les canaux soit par les coupes, soit par les injections ; l'étude de la partie vasculaire génitale est incomparablement plus difficile. Ludwig l'a décrite le premier ; mais je crois qu'il s'était beaucoup plus appuyé sur des considérations morphologiques que sur l'observation directe, car la description qu'il en donne, au point de vue microscopique, ne répond aucunement à la vérité. Tous les auteurs qui l'ont suivi, Apostolidès, Kœhler,

ont nié complètement l'existence de ce second anneau vasculaire, le dernier auteur se basant spécialement sur les résultats fournis par les injections et les coupes.

Il est très probable que la figure classique de Ludwig (représentant l'appareil vasculaire chez l'*Ophioglypha albida*), que l'on trouve notamment dans le traité de Claus, se rapproche assez de la vérité, à part quelques erreurs de détail, liées à ses opinions erronées sur le pseudo-cœur ; du moins j'ai constaté à n'en pas douter, chez cette espèce, la forme du vaisseau génital, comme il le représente. Le trajet qu'il a figuré est basé sur de très ingénieuses considérations morphologiques et anatomiques ; mais cela ne suffit pas pour que l'on admette sa figure sans restriction. Tant qu'on ne l'aura pas constaté par injection, j'estime que la question n'est pas vidée et que, si l'existence du second anneau vasculaire (tel que je le décris et non pas comme le comprenait Ludwig) est absolument indiscutable, son trajet anatomique n'a pas encore été vu en entier. En effet, Ludwig croyait que l'anneau génital était comparable, comme constance, à l'anneau oral; j'ai montré chez les Astérides qu'il n'en était rien, et que c'était, en réalité, un réseau de forme simple qui partait du sinus glandulaire pour aller se distribuer aux organes génitaux, parfaitement homologue à celui que M. Prouho a découvert chez un Oursin, le *Dorocidaris papillata;* ce qui montre qu'il est impossible de prévoir, *a priori*, la forme de l'anneau génital chez les Ophiures.

J'ai constaté parfaitement chez ces derniers l'existence des vaisseaux et sinus génitaux et par endroits celle de l'anneau vasculaire, mais ces canaux étant d'un calibre trop réduit pour laisser facilement passage aux injections, et étant trop petits et placés trop irrégulièrement pour être vus dans les coupes, on conçoit que leur étude soit forcément incomplète sur des échantillons conservés; dans un séjour à Banyuls, j'espère pouvoir déceler le trajet de l'anneau par la méthode des injections sur les grandes espèces de la Méditerranée, l'*Ophioglypha lacertosa* et l'*Ophiura lævis*.

Ces réserves une fois faites, je passe à l'examen des différentes

parties de l'appareil vasculaire génital. On se souvient que chez les Astérides, on trouve dix vaisseaux génitaux, deux par interradius, qui se jettent tous dans un anneau aboral ayant la forme d'un réseau annulaire peu compliqué (surtout *Echinaster sepositus*). Chacun des vaisseaux génitaux, à la rencontre de chaque cœcum génital, l'enveloppe d'un sinus, le sinus génital. Enfin tout l'anneau aboral et les vaisseaux génitaux sont parcourus par un cordon cellulaire plein, prolongement de la glande ovoïde; ce cordon qui, dans le jeune âge, donne naissance aux organes génitaux par prolifération de ses éléments, à l'état adulte s'attache à la base de ceux-ci, où on le retrouve facilement dans les coupes; accessoirement, chez la plupart des Astérides, ce cordon génital remplit le même rôle que la glande dont il n'est qu'un prolongement, c'est-à-dire qu'il contribue à la formation des amæbocytes.

Chez les Ophiures, la disposition est absolument semblable, à part quelques différences histologiques. Voici le procédé employé : on dissèque avec soin un *Ophioglypha* ou n'importe quel Ophiure à *cœcums génitaux échelonnés*, et on enlève avec soin cinq ou six cœcums avec toutes les parties attenantes; on colore au picrocarmin, puis on transporte dans la glycérine; alors à un faible grossissement sous le microscope on cherche avec des aiguilles à détacher les cœcums génitaux. Presque toujours on les sépare avec une portion plus ou moins grande du vaisseau et du cordon cellulaire qui y est continu; en opérant ensuite de proche en proche, on arrive à dessiner entièrement le trajet du vaisseau génital. Chez l'*Ophioglypha albida* celui-ci commence à l'extrémité interne de la fente respiratoire, qui comme l'on sait est parallèle au bras; il en suit d'abord la marge la plus éloignée du radius, puis arrivé à l'extrémité opposée, il se recourbe, collé contre la paroi du sac respiratoire, en suivant une direction parallèle à son premier trajet, mais à un niveau moins élevé (Voir à ce sujet une excellente figure de Ludwig, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, tome 31, 1878, taf. XXVI, fig. 21).

Chez l'*Ophiothrix rosula* et l'*Ophioglypha albida*, j'ai trouvé à l'ex-

trémité externe de la fente respiratoire, au point où se recourbe le vaisseau génital, une petite glande pédiculée (pl. IV, fig. 13, *l*), lobée, jaunâtre, qui est attachée sur la marge de l'orifice du sac. Cette glande est recouverte d'une membrane conjonctive et de l'épithélium vibratile de la cavité générale ; dans l'intérieur on voit des cavités tapissées de cellules qui m'ont présenté de la façon la plus nette la transformation en amœbocytes bourrés de ferment jaune ; des amœbocytes flottent toujours dans sa cavité interne. C'est donc une glande lymphatique ; je pense qu'elle est destinée à fournir les amœbocytes au système vasculaire génital, mais j'avoue que je n'ai pas étudié d'une manière certaine son développement ou ses rapports avec ce système. C'est un point à revoir et à élucider plus complètement.

Le vaisseau génital a un diamètre de 16 à 20 μ (pl. V, fig. 4 et 7, *v'*) ; il est plus qu'à moitié obstrué par le cordon génital (*g''*), de sorte que sa cavité est véritablement très réduite ; on conçoit que les injections aient peine à y pénétrer. Arrivé au contact d'un cœcum génital, le cordon se continue avec la base de celui-ci (pl. V, fig. 4), le vaisseau génital donne naissance à un sinus (*v''*) qui enveloppe tout le cœcum, et qui est facilement reconnaissable sur le vivant et sur les coupes [1].

Si l'on examine chez l'*Ophiothrix rosula* ou l'*Ophioglypha albida* un jeune organe génital détaché et comprimé légèrement dans l'eau de mer, on voit très bien le sinus (pl. V, fig. 5) contenant un nombre assez grand d'amœbocytes parfaitement normaux qui se déplacent lentement au moyen de leurs pseudopodes. La paroi externe du sinus, assez épaisse, est recouverte de cellules péritonéales vibratiles ; on aperçoit quelques noyaux, disposés irrégulièrement ; la paroi interne est une mince membrane appliquée directement

[1] Dans la figure 4, planche V, on ne peut voir la communication entre le vaisseau génital et le sinus ; elle a lieu en avant du plan représenté par la figure qui est une coupe optique destinée surtout à montrer les rapports du cordon avec le cœcum génital.

sur les produits génitaux et parsemée de rares noyaux. Pas plus que chez les Astérides, il n'y a de cils vibratiles dans l'intérieur du sinus génital.

Sur les coupes, on constate absolument les mêmes caractères (pl. V, fig. 6), les noyaux de la paroi externe sont placés tantôt en dehors, tantôt en dedans, sans arriver à former un véritable revêtement épithélial.

On peut noter ici le même fait que pour les cavités vasculaires ; tandis que chez les Astérides le sinus génital est limité par un épithélium pavimenteux parfaitement net et régulier, chez les Ophiures il n'offre que des noyaux disposés sans ordre ; cette dernière famille présente donc à cet égard une réelle infériorité.

Le cordon génital, collé contre la paroi supérieure du vaisseau génital (pl. V, fig. 4 et 7, *g''*), comme chez les Astérides adultes, présente des éléments constitutifs très-variés. D'abord des noyaux et cellules de petites dimensions (pl. V, fig. 8), de 4 à 9 μ, rappelant tout à fait ceux de la glande ovoïde ; on en voit même qui sont entourés de granules de ferment albuminogène (*l*), comme cela est normal dans la glande originelle. Puis de grosses cellules, de 12 μ environ, à noyau granuleux pourvu d'un nucléole très net ; ces cellules sont identiques aux jeunes œufs ou aux cellules initiales des spermatozoïdes ; on rencontre d'ailleurs tous les passages entre les noyaux lymphatiques et les cellules-œufs. A mesure que l'on s'approche d'un cœcum génital, le nombre de ces dernières augmente considérablement et la portion du cordon qui s'enfonce dans le cœcum en est formée exclusivement (pl. V, fig. 4). Qu'il se développe des cellules pareilles dans les portions destinées à devenir sexuelles, cela est fort logique ; mais pour s'expliquer le rôle des cellules-œufs du cordon génital, il faut admettre que celles-ci gagnent dans la suite l'intérieur du cœcum génital par une sorte de *vis a tergo*. Je répète qu'à mesure que l'on s'éloigne des organes sexuels, les cellules diminuent en nombre, et il est fort probable qu'elles disparaissent totalement, lorsque le cordon passe dans l'anneau vasculaire.

Tandis que chez les Astérides le cordon génital conserve jusqu'à son extrémité les caractères de prolongement de la glande ovoïde, chez les Ophiures un certain nombre de cellules subissent une évolution particulière, les rapprochant des éléments sexuels. Ce n'est qu'une différence secondaire; car on reconnaît facilement dans le cordon génital des Ophiures un grand nombre d'éléments identiques à ceux de la glande ovoïde et augmentant en nombre, à mesure que l'on se rapproche de celle-ci.

Développement des organes génitaux. — En opérant sur des jeunes, on a souvent la chance de trouver des cœcums génitaux en voie de développement (pl. V, fig. 4); le cordon génital se renfle en refoulant devant lui la paroi du vaisseau génital; le renflement est uniquement composé des cellules-œufs, qui évolueront soit en œufs, soit en spermatozoïdes. En somme, on peut observer exactement les mêmes faits que pour les Astérides.

REPRODUCTION.

La reproduction sexuée existe chez tous les Ophiurides; une seule espèce, l'*Ophiactis virens*, présente le mode de reproduction asexuée par *segmentation médiane* (Simroth). On a constaté l'hermaphroditisme chez l'*Amphiura squamata*; toutes les autres espèces ont les sexes séparés.

Le nombre des mâles est à peu près égal au nombre des femelles; aucun caractère extérieur ne les différencie; pourtant chez les *Ophiothrix rosula* bien mûrs, on peut les reconnaître à l'examen des poches interradiales, qui laissent apercevoir vaguement la couleur des organes génitaux, blancs chez les mâles, rougeâtres chez les femelles.

La ponte de l'*Ophiothrix rosula* et de l'*Ophioglypha albida* a certainement lieu à Roscoff dans le mois de juillet; il est bien probable que ce n'est pas la seule. A cette époque, j'ai trouvé, chez ces deux espèces, des organes génitaux parfaitement mûrs et d'autres entièrement vidés de leurs produits.

Comme chez les Astérides, les organes génitaux se présentent sous deux formes différentes ; tantôt ils sont constitués par une série de cœcums échelonnés sur le vaisseau génital ; c'est le cas des *Ophiocoma, Ophioglypha, Ophiomyxa,* correspondant ainsi aux Astropectinidæ et aux Culcitidæ chez les Astéries ; tantôt il n'y a qu'un seul organe, très volumineux, comme chez les *Ophiopholis* et *Ophiothrix,* (pl. IV, fig. 13, *og*), qui correspondent aux Asterinidæ, Echinasteridæ et Asteriadæ. Les deux familles constituent pour ainsi dire deux séries parallèles, dans lesquelles les types les plus supérieurs en organisation n'ont qu'un seul organe par vaisseau génital.

La question des orifices génitaux est très difficile à élucider ; un fait certain, c'est que les produits mâles et femelles sortent toujours par la fente respiratoire ; chez toutes les espèces également, les organes génitaux entourent le sac respiratoire, soit groupés autour de la fente (*Ophiocoma scolopendrina*), soit greffés sur la paroi même du sac (*Ophioglypha albida*). Mais il est facile de voir que les organes génitaux n'ont qu'une adhérence très faible avec le sac qui, sur le vivant, dilaté par l'eau, s'applique étroitement sur eux ; il est infiniment probable que les orifices génitaux n'existent (du moins d'une façon constatable par la dissection), qu'au moment de la maturité sexuelle ; à ce moment, il s'opère une communication temporaire entre la paroi du sac et l'intérieur du cœcum génital, permettant au contenu de ce dernier de s'échapper au dehors. J'ai d'ailleurs constaté un fait analogue pour les Astérides, où, chez la plupart des espèces, les orifices génitaux, dans les intervalles des pontes, sont excessivement réduits et d'une difficulté extrême à découvrir ; au contraire, au moment de la maturité sexuelle, ils sont turgescents et faciles à trouver.

Développement des produits sexuels. — Il nous reste à examiner la formation des œufs et des spermatozoïdes. Dans le jeune âge, testicules et ovaires sont identiques ; ils sont remplis des cellules-œufs que nous avons décrites à propos du cordon génital, cellules qui présentent un gros noyau granuleux pourvu d'un nucléole et

entouré d'un protoplasma clair, assez abondant (pl. V, fig. 12, *a*).

1° *Spermatozoïdes.* — Supposons que l'organe génital se différencie en testicule. Les cellules-œufs ou cellules primordiales (spermatospores de Sabatier) de la périphérie sont seules actives ; toutes les autres restent au centre de l'organe où elles sont soit évacuées au dehors avec les spermatozoïdes, soit résorbées pour servir de nourriture aux cellules actives. Toujours est-il qu'en examinant sur le vivant le contenu d'un testicule, on en trouve toujours un grand nombre plus ou moins modifiées par la résorption ; il n'y a donc qu'un petit nombre de cellules primordiales qui soient utilisées pour la formation des spermatozoïdes.

Le noyau de cellule primordiale donne naissance par bourgeonnement (pl. V, fig. 12, *a'* et *b*) à un certain nombre de noyaux beaucoup plus petits que lui-même ; ces noyaux s'accumulent les uns sur les autres, puis s'alignent, de façon à former un groupe excessivement allongé (pl. V, fig. 12, *c*), de 105 μ environ, ne comprenant guère que de une à trois rangées longitudinales de noyaux. La spermatospore reste en haut de cette morula allongée ; elle donne naissance par segmentation à deux ou trois noyaux semblables à elle-même, et ce sont ces noyaux périphériques qui serviront de point de départ à la génération suivante de spermatozoïdes.

Mais revenons à la morula spermatique (spermosphère, polyblaste) ; les noyaux font saillie à la surface de la morula et finissent par faire presque entièrement hernie au dehors (pl. V, fig. 12, *c*) ; on a alors à ce moment un rachis protoplasmique auquel sont suspendus les spermatoblastes entourés d'une mince couche de protoplasma ; le développement va de bas en haut, de sorte que les spermatoblastes les plus internes sont aussi les plus avancés ; on peut suivre ainsi tout leur développement sur une même spermosphère. La queue commence à se former sur le spermatoblaste encore attaché au rachis central ; c'est une masse conique de protoplasma qui s'allonge jusqu'à devenir filiforme. Lorsqu'elle est bien déve-

loppée, le spermatozoïde devient libre par la rupture du pédicule qui le relie au rachis.

Chez les Ophiures, les spermatozoïdes et spermatoblastes n'ont pas le nucléole si net chez les Astéries; toutefois, il se passe chez les premiers un fait analogue au départ du nucléole, que j'ai signalé chez plusieurs Étoiles ; on voit sur la tête du spermatozoïde, latéralement (pl. V, fig. 13, *z*), une petite éminence, qui semble de nature identique au reste de la tête ; ce deuxième segment s'accentue, se pédiculise de plus en plus en devenant réfringent, et finit par s'échapper dans le liquide ambiant sous forme d'un globule réfringent de très petite taille. Dans le liquide où nagent les spermatozoïdes, on voit en effet, mêlés à ceux-ci, un grand nombre de petits granules réfringents qui ressemblent tout à fait au second segment quand celui-ci commence à se pédiculiser; j'ai constaté avec certitude les faits que je viens d'exposer chez l'*Ophiothrix rosula* et l'*Ophioglypha albida*. Le spermatozoïde adulte, parfaitement mûr, après le départ du second segment, a une tête sphérique ou un peu aplatie du côté de la queue (pl. V, fig. 13); jamais la queue ne s'attache sur le second segment, mais toujours assez près de celui-ci, souvent dans l'angle qu'il forme avec la tête (*Ophioglypha albida*).

Après le départ des spermatozoïdes, la morula spermatique est réduite au rachis protoplasmique portant en haut deux ou trois gros noyaux (blastophores spermatiques, protoblastophore), et sur son trajet quelques spermatoblastes qui, pour une raison ou une autre, ne se sont point développés. La résorption de toutes les parties inutiles a lieu, puis la cellule primordiale recommence le cycle que nous venons de décrire.

En somme, le développement des spermatozoïdes a lieu de la même façon chez les Ophiures et les Astérides, à cela près que le point de départ est différent; dans la seconde famille, c'est un noyau en tout semblable aux noyaux lymphatiques qui se segmente en spermatoblastes, tandis que, dans la première, le même noyau

initial a subi une évolution particulière qui a augmenté considérablement son volume.

2° *Œufs.* — Dans un ovaire jeune, non encore différencié, on voit que les cellules-œufs ou cellules primordiales sont entourées d'un important réseau conjonctif. Le réseau conjonctif forme ainsi des tractus de longueur variable (pl. V, fig. 6, *cv*) qui traversent en tous sens la cavité de l'ovaire ; ces tractus sont chargés de jeunes cellules et de granules de vitellus jaune. Les cellules augmentent de volume et font hernie à la surface du rachis vitellin (pl. V, fig. 9). Le nucléole devient la tache germinative, très réfringente ; le noyau, aussi clair dans le jeune âge que le protoplasme qui l'entoure (pl. V, fig. 10, *j*), constitue la vésicule germinative.

Le jeune œuf (pl. V, fig. 10) n'est bientôt plus rattaché au rachis vitellin (*cv*) que par un pédicule assez épais, communiquant avec son protoplasma ; c'est par ce pédicule qu'arrive le vitellus, sous forme de fins granules réfringents qu'on voit peu à peu pénétrer dans l'œuf. Celui-ci se développe de plus en plus, augmente de taille, en devenant de plus en plus opaque ; le vitellus jaune délimite nettement la vésicule et la tache germinatives, qui sont alors très évidentes.

Quand l'œuf est arrivé à un certain volume, on voit apparaître à sa surface une membrane claire qui se continue sur son pédicule et se perd sur le rachis vitellin : c'est la membrane vitelline. Quand l'œuf est tout à fait mûr (pl. V, fig. 11), le pédicule (*pe*) se réduit considérablement ; la communication entre le protoplasma de l'œuf et le rachis vitellin s'oblitère, et il ne reste plus que quelques granules jaunes dans le pédicule. Celui-ci se rompt, l'œuf devient libre dans l'ovaire, pourvu d'une membrane vitelline qui l'enveloppe de toutes parts.

Sur un même rachis vitellin, on peut voir ainsi les œufs à tous les degrés de développement, depuis la cellule primordiale jusqu'à l'œuf prêt à se détacher (pl. V, fig. 9 et 10) ; le meilleur procédé d'étude est encore de dilacérer les ovaires mûrs dans l'eau de mer et de com-

pléter ensuite les résultats ainsi obtenus par des dilacérations après l'action du carmin osmiqué.

Chez *l'Ophioglypha albida*, les œufs mûrs sont d'un jaune rosé, comme ceux de l'*Asterias glacialis ;* chez l'*Ophiothrix rosula*, ils sont plutôt bruns ; le vitellus y est plus opaque. Dans presque tous les œufs de la première espèce, on voit dans la vésicule germinative, à côté de la tache, une vacuole (rarement deux) remplie de liquide cellulaire d'un violet mauve très pâle ; nous avons constaté le même fait pour la plupart des œufs d'Astéries.

Lorsque l'ovaire s'est vidé par une ponte, il est très probable que la portion du cordon génital qui pénètre à son intérieur est le point de départ de nouvelles générations d'œufs.

On voit que le développement des œufs est notablement différent, chez les Ophiures et les Astérides, quoique le point de départ soit à peu près le même, cellules incluses dans un réseau conjonctif ; toutefois, chez les Astérides, les cellules primordiales sont des cellules lymphatiques (aussi trouve-t-on dans la cavité de l'ovaire des cellules amœboïdes semblables aux amœbocytes du sang), tandis que chez les Ophiures, le point de départ est la cellule-œuf, résultat d'une évolution particulière de la cellule lymphatique du cordon génital.

On retrouve le mode de développement des œufs que nous avons décrit pour les Ophiures chez un grand nombre d'animaux, les Mollusques (*Cyclas*), les Insectes, etc.

CLASSIFICATION.

Très souvent on réunit les Astéries et les Ophiures dans une même amille, à laquelle on donne le nom d'Astéroïdes (Claus) ; c'est un tort ; les Astéries et les Ophiures constituent deux types bien distincts qui ont évolué chacun d'une façon très différente, au même titre que les Oursins, les Holothuries et les Crinoïdes.

Ophiothrix rosula, Forbes. — Cette espèce se présente avec des caractères excessivement variables ; il y a vraiment une différence

considérable entre les espèces du large (Roscoff et Banyuls) et celles du littoral (Roscoff); Apostolidès avait cru pouvoir distinguer deux espèces qu'il caractérisait ainsi :

1° Coloration rose, espèce vivant au large et pourvue de vésicules de Poli : *Ophiothrix fragilis* (*rosula*).

2° Coloration variable, espèce vivant sur le littoral et dépourvue de vésicules de Poli : *Ophiothrix versicolor*, Apostolidès.

Cette division ne tient pas devant un examen un peu sérieux ; d'abord les caractères de coloration et de station n'ont aucune signification spécifique ; s'il y a une assez grande variation entre les types extrêmes de la plage et des fonds (Roscoff), on trouve facilement tous les types de passage, soit comme coloration, soit comme station; cela ne peut donc intervenir aucunement pour la création d'une nouvelle espèce. Quant aux vésicules de Poli, elles existent chez l'une et l'autre variétés, absolument identiques ; et il n'est nullement difficile de les découvrir, quand on est un peu habitué à l'anatomie des Echinodermes ; c'est précisément chez la variété qu'Apostolidès a appelée *versicolor* que j'ai pris le type de la description des vésicules de Poli (pl. VI, fig. 6, 7, 8, 9, 13). La nouvelle espèce n'a donc pas de raison d'être et doit être confondue avec l'*Ophiothrix rosula*.

Considérations générales. — Au point de vue de l'organisation, les Ophiures présentent une grande uniformité de structure ; il n'y a pas grande différence entre les divers genres, ce qui rend assez difficile l'établissement d'une classification naturelle, comme celle que j'ai tentée en partie pour les Astérides ; d'ailleurs, je n'ai pas étudié un assez grand nombre d'Ophiures pour avoir quelque autorité dans cette question : je crois cependant qu'on peut considérer l'*Ophiothrix rosula* comme l'espèce la plus différenciée des Ophiures, comme l'*Asterias glacialis* l'est pour les Astéries, principalement pour les ambulacres (mamelons tactiles), les rapports entre le tube digestif et l'anneau nerveux (devenus très réduits), les organes génitaux uniques comme chez les Astérides supérieurs.

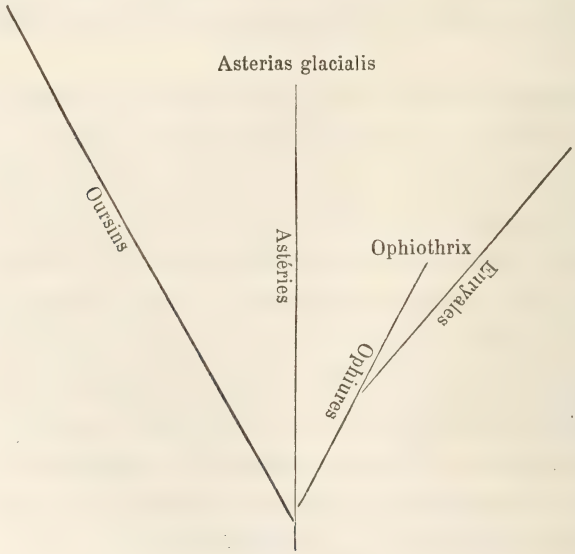
Au point de vue de la comparaison des Ophiures et des Astérides, on peut en tirer les conclusions suivantes :

1° L'Ophiure présente certains caractères des très jeunes Astéries, principalement dans le tube digestif, les systèmes ambulacraire et vasculaire, qui semblent presque calqués sur de très jeunes *Astropecten* ou *Luidia*, pris au moment où le canal du sable a un pore unique et où le tube digestif n'a pas d'appendices glandulaires.

2° L'Ophiure s'écarte de l'Astérie en ce sens que des processus calcaires recouvrent entièrement la gouttière ambulacraire ; le système nerveux est plus perfectionné et plus spécialisé.

3° L'Euryale, à côté de très nombreux caractères spéciaux à l'Ophiure, présente des perfectionnements remarquables du système ambulacraire (plaque madréporique), du système vasculaire (cavités vasculaires de la glande ovoïde et de l'œsophage), du système nerveux (rameaux nerveux de l'œsophage).

On peut représenter ou résumer les conclusions précédentes par le tableau suivant qui, bien entendu, est purement hypothétique, mais qui me paraît expliquer clairement, dans l'état actuel de la science, les rapports existant entre les Echinodermes qui y figurent.



En somme, l'Astérie, l'Ophiure et l'Oursin (études de Lóven), pris tout à fait dans le jeune âge, lorsque l'animal parfait s'est séparé de la larve, sont absolument semblables ; les Astéries, tout en acquérant une organisation très perfectionnée, suivent plus directement le phylum commun d'où dérivent les trois types ; c'est pourquoi nous les avons représentées évoluant sur un trait vertical. Les Oursins s'en éloignent beaucoup en se perfectionnant comme les Astérides, peut-être plus encore, mais d'une façon différente ; les Ophiures s'éloignent aussi beaucoup du point de départ, sans arriver jamais à une organisation complexe ; c'est pourquoi nous avons représenté ces deux familles par des traits obliques, celui des Ophiures n'atteignant pas ceux des deux familles précédentes. Enfin, les Euryales se détachent à un moment donné de la branche des Ophiures pour se perfectionner beaucoup plus que ceux-ci.

On peut remarquer que nous n'avons pas donné place sur ce tableau aux Holothuries et aux Crinoïdes; d'abord parce que nous n'avons pas fait d'études personnelles sur ces classes, et ensuite parce que leur anatomie et leur développement sont insuffisamment connus pour pouvoir être comparés avec fruit à l'organisation des animaux précédents.

En anatomie comparée, il n'y a pas de si petit fait qui ne puisse donner lieu à d'intéressantes comparaisons ; voilà pourquoi j'ai cherché à approfondir, autant qu'il était en mon pouvoir, l'organisation des Astéries et des Ophiures; ma seule ambition est d'avoir contribué pour une part, si faible qu'elle soit, à la connaissance des Echinodermes, et à l'établissement de leurs rapports réciproques.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE III.

Fig. 1. Crochet de l'*Astrophyton clavatum*, gr. 200 fois ; *f*, faisceau fibrillaire reliant le manche du crochet au bras.

2. Crochet de l'*Ophiothrix hirsuta*, gr. 100 fois.

3. Cellules de l'estomac (acide osmique, eau distillée) remplies de granules digestifs, *Ophiothrix rosula*.

Fig. 4. Coupe interradiale montrant les rapports du ruban nerveux et de l'œsophage, *Ophiocoma scolopendrina*, gr. 70 fois.

a, Anneau ambulacraire ; *r*, anneau vasculaire oral ; *n*, anneau nerveux ; *sn*, anneau sus-nervien ; *œ*, œsophage.

5. Ruban nerveux brachial (acide osmique, eau distillée, oc. 3, obj. 9, imm. Nach.), *Ophiothrix rosula* ; *n*, couche de fibrilles nerveuses ; *a*, cellule de soutien isolée, à protoplasma rempli de granules réfringents.

6. Vue par la partie supérieure d'un bras d'*Ophiocoma scolopendrina*, la gouttière ambulacraire mise à nu par une coupe horizontale, gr. 7 fois ; *cg*, cavité générale ; *mi*, muscle intervertébral ; *b'*, cupule ambulacraire avec son orifice central ; *o'*, canal de communication entre le sinus radial et la cavité générale ; *nm*, orifices par lesquels passent les nerfs des muscles intervertébraux.

7. Coupe transversale d'un bras d'*Ophiocoma scolopendrina*, passant par les ambulacres et montrant les rapports des nerfs périphériques ; *cg*, cavité générale ; *mi*, muscle intervertébral ; *b'*, orifice du canal transverse dans l'ambulacre ; *b*, canal ambulacraire radial ; *s*, sinus vasculaire radial ; *na*, nerf ambulacraire ; *np*, nerf périphérique ; *gn*, ganglion traversé par deux nerfs.

8. Coupe transversale d'un bras d'*Ophiothrix rosula*, passant par les nerfs des muscles brachiaux (*nm*) ; mêmes lettres que dans la figure précédente.

9. Vue du nerf périphérique au milieu des tractus calcaires (oc. 3, obj. 9, imm. Nach.) dans une coupe.

10. Coupe longitudinale d'un piquant d'*Ophiothrix rosula* passant par le nerf central ; *gn*, ganglion nerveux ; *mi*, muscle intervertébral ; *f*, faisceau conjonctif reliant le piquant à sa cavité articulaire.

11. Coupe longitudinale d'un ambulacre buccal, *Ophiocoma scolopendrina* ; *na*, nerf ambulacraire ; *na'*, coupe de l'anneau nerveux ambulacraire ; *f*, couche conjonctive ; *ml*, couche de muscles longitudinaux.

PLANCHE IV.

Fig. 1. Plasmodium de la cavité générale, *Ophiothrix rosula* (oc. 3, obj. 10, imm. Nachet).

2. Plasmodium trouvé dans un ambulacre, *Ophiothrix rosula* (oc. 3, obj. 10, imm. Nachet).

3. Coupe interradiale du péristome de l'*Ophiothrix rosula*, passant à travers le canal du sable ; *y*, muscle interradial externe ; *md*, muscles des dents ou interradial interne ; *nm*, nerf du muscle interradial externe ; *nd*, nerf des papilles dentaires ; *k*, bride mésentérique limitant, avec l'œsophage *œ*, l'espace oral de M. Kœhler ; *br*, coupe tangentielle de la fente respiratoire ; *br'*, portion du sac respiratoire incluse dans le muscle interradial ; *r*, anneau vasculaire oral ; *a*, anneau ambulacraire ; *c*, canal du sable ; *g*, glande ovoïde ; *h*, cavité du sinus glandulaire ; *m*, pore externe du canal du sable ; gr. 48 fois.

FIG. 4. Ampoule du canal du sable, *Ophiothrix rosula*, vue en coupe rasant l'une de ses extrémités ; *g*, glande ovoïde ; *c*, canal du sable ; *m*, pore externe.

5. Paroi du canal du sable, *Ophiothrix rosula; f*, couche basilaire de tissu conjonctif amorphe.

6. Coupe optique d'une vésicule de Poli, *Ophiothrix rosula; e*, revêtement de cellules péritonéales et de fibrilles conjonctives ; *f*, rognon de substance fondamentale ; *af*, couche de tissu conjonctif amorphe ; *l*, couche de fibrilles conjonctives entrecroisées et de noyaux lymphatiques.

7. Coupe optique d'une vésicule de Poli, sur le vivant, *Ophiothrix rosula ; l*, cellules amœboïdes pourvues du ferment albuminogène.

8. Plasmodium produit par les cellules de la vésicule de Poli, *Ophiothrix rosula*.

9. Cellules de la vésicule de Poli à divers degrés d'évolution ; *l*, cellule remplie de ferment albuminogène, *Ophiothrix rosula* (alcool picrique, carmin, glycérine (*oc.* 3, *obj.* 9, imm. Nachet).

10. Cellules de la glande ovoïde à divers degrés d'évolution, *Ophiothrix rosula*, *l*, cellules mûres remplies de granules de ferment ; *a*, plasmodium produit par les cellules de la glande sur le vivant (oc. 3, obj. 10, imm. Nachet).

11. Vue latérale d'un bras d'*Ophioglypha lacertosa*, séparé du tégument de la poche interradiale par une coupe verticale ; *mi*, muscle intervertébral ; *np*, orifice par où passe le nerf périphérique destiné à la poche interradiale ; *b'*, cupule ambulacraire ; *o'*, orifice de communication entre le sinus radial et la cavité générale du disque ; gr. 5 fois.

12. Portion supérieure de la coupe d'un bras d'*Ophiocoma scolopendrina* passant à travers le canal de communication (*o'*), entre le sinus radial et la cavité générale ; *s*, sinus radial ; *b*, canal ambulacraire radial ; *mi*, muscle intervertébral ; *k*, bride conjonctive traversant le sinus sus-nervien et allant s'attacher sur le ruban nerveux radial.

13. Vue interne du disque de l'*Ophiothrix rosula*, le tube digestif est complètement enlevé et un seul ovaire a été conservé (*og*) ; *br*, fente respiratoire ; *p*, vésicule de Poli ; *g*, glande ovoïde et canal du sable ; *l*, petite glande lymphatique attachée à l'extrémité de la fente respiratoire ; gr. 4 fois.

PLANCHE V.

FIG. 1. Plaque madréporique de l'*Astrophyton clavatum ;* gr. 6 fois.

2. Coupe interradiale du péristome de l'*Astrophyton clavatum* passant par le canal du sable, gr. 15 fois ; *y*, muscle interradial externe ; *md*, muscles des dents ou interradial interne ; *nm*, nerf du muscle interradial externe ; *nd*, nerf des papilles dentaires ; *a*, anneau ambulacraire ; *d*, ampoule du canal du sable ; *g*, glande ovoïde ; *h*, cavité du sinus glandulaire ; *m*, plaque madréporique ; *cg*, cavité générale ; *œ*, œsophage.

3. Portion plus grossie de la coupe précédente montrant les nerfs de l'œsophage (*nœ*) ; *nd*, nerf des papilles dentaires ; *sn*, anneau sus-nervien ; *n*, anneau nerveux ; *g*, glande ovoïde ; *h*, cavité du sinus glandulaire ; *vg*,

cavités vasculaires de la glande ovoïde; *vœ*, cavités vasculaires de l'œsophage.

Fig. 4. Cœcums génitaux et cordon génital chez l'*Ophioglypha albida*; *v'*, vaisseau génital; *g''*, cordon génital; *v''*, sinus génital.

5. Sinus génital vu sur le vivant, *Ophiothrix rosula*, avec globules amœboïdes circulant dans sa cavité.

6. Coupe du sinus génital, *Ophiothrix rosula*; *cv*, rachis vitellin.

7. Cordon génital et vaisseau, gr. 500 fois, *Ophioglypha albida*; *v'*, vaisseau génital.

8. Éléments du cordon génital de l'*Ophioglypha albida*; *l*, cellule lymphatique mûre; *ov*, cellule-œuf (oc. 3, obj. 9, imm. Nachet).

9. Rachis vitellin couvert d'œufs à différents états de développement, *Ophiothrix rosula*, sur le vivant.

10. Vue latérale d'un rachis vitellin, montrant des œufs à différents états de développement, *Ophiothrix rosula*; *j*, très jeune œuf encore inclus dans le rachis; *cv*, rachis vitellin; *va*, vacuole remplie de liquide cellulaire.

11. Partie inférieure d'un œuf tout à fait mûr dont le pédicule (*pe*) ne contient plus que quelques granules de vitellus jaune, *Ophiothrix rosula*.

12. Divers stades du développement des spermatozoïdes (acide osmique, eau distillée), *Ophiothrix rosula*, (oc. 3, obj. 9 à imm. Nachet); *a*, cellule primordiale (spermatospore); *a'*, cellule primordiale en voie de division; *b*, jeunes morulas spermatiques; *c*, morulas présentant des spermatozoïdes prêts à se détacher.

13. Spermatozoïdes de l'*Ophiothrix rosula*, sur le vivant, montrant la chute du deuxième segment (*z*).

RECHERCHES

SUR

LA STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF

ET

DE SON FOLLICULE CHEZ LES CHITONIDES

PAR

PAUL GARNAULT
Docteur ès sciences naturelles
Chef des travaux de zoologie à la Faculté des sciences de Bordeaux.

I

Dans un travail qui vient de paraître [1], M. Arthur Bolles-Lee, parlant des recherches de M. Sabatier sur la spermatogénèse, s'exprime en ces termes : « En 1882, parut un mémoire de Sabatier contenant des observations et une théorie qui ne tendent à rien moins qu'à renverser de fond en comble tout l'ensemble des faits acquis par les recherches laborieuses dont les phénomènes de la spermatogénèse ont été l'objet, pendant ces dernières années, en Allemagne, en Angleterre et en France, et à faire admettre une doctrine de la néogénèse des noyaux que la cytologie a déclarée inadmissible. »

Je ne veux pas, dans ce travail, discuter à un point de vue général l'ensemble des théories bien connues du savant professeur de Montpellier. Je me bornerai à faire remarquer, comme Bolles-Lee, qu'elles sont profondément ébranlées par la seule comparaison avec les nombreux et remarquables travaux qui ont paru dans ces dernières an-

[1] *La Spermatogénèse chez les Némertiens à propos d'une théorie de Sabatier* (*Recueil de Zoologie suisse*, t. IV, fasc. 3).

nées sur la cytologie, en général, et sur la spermatogénèse et l'ovogénèse, en particulier. Mais il n'en est pas moins vrai que, suivant en cela une méthode rigoureusement scientifique, M. Sabatier s'est élevé à ses conceptions générales par de nombreux et considérables travaux de détail. C'est donc chacun de ces travaux qu'il importe de reprendre, afin de vérifier, tout d'abord, si les faits et les interprétations avancés ne sont pas exacts, et essayer, en cas de désaccord, d'expliquer la cause de la divergence des opinions. Il y a toujours, au point de vue scientifique, un grand avantage à reprendre les travaux qui servent de base aux doctrines nouvelles ; M. Bolles-Lee vient de faire, après M. Sabatier, l'étude de la spermatogénèse chez les Némertiens. J'ai repris de même, avec l'esprit dégagé de toute préoccupation systématique, l'étude du développement du follicule chez les Chitons.

M. Arthur Bolles-Lee a démontré que le développement des spermatozoïdes, chez les Némertiens, rentrait exactement dans le cadre général de la spermatogénèse tracé par la Valette-Saint-Georges, et il attribue avec raison, je crois, à l'insuffisance des procédés dont s'est servi Sabatier, l'inexactitude de ses observations.

Dans une monographie publiée au mois de juillet dernier [1], nous avions occasion de le constater aussi, tous les travaux récents sur la spermatogénèse faits avec les ressources de la technique actuelle, font rentrer les processus divers de ce phénomène dans le schéma tracé par la Valette-Saint-Georges. La lecture du mémoire de M. Bolles-Lee, l'examen de ses figures nous ont laissé cette conviction que les Némertiens ne font pas exception à la règle générale.

Avant d'exposer et de discuter les résultats de mes recherches sur le développement de l'œuf et du follicule chez les Chitons, qu'il me soit permis de citer intégralement un passage d'une note [2] de M. Sa-

[1] P. Garnault, *Recherches anatomiques et histologiques sur le* Cyclostoma elegans (*Thèse Paris*, 1887, et *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, t. XLI).

[2] Sabatier, *Sur les cellules du follicule de l'œuf et sur la nature de la sexualité* (*Comptes rendus de l'Institut*, juin 1883).

batier, qui me paraît résumer à peu près complètement ses théories sur le développement et la signification morphologique des cellules folliculaires.

Dans la première partie de cette note, M. Sabatier rappelle qu'il est d'accord avec MM. Roule et Fol pour affirmer que les cellules folliculaires de l'œuf des Ascidies se forment dans l'œuf, pour se porter ensuite à sa périphérie. Mais ces auteurs croient que c'est aux dépens du noyau et même avec la participation du nucléole de l'œuf que se forment les noyaux des cellules folliculaires, tandis que lui admet un tout autre mode de développement; je laisse la parole à M. Sabatier.

« Je persiste donc à penser, ainsi que je l'avais avancé dans un mémoire publié dans la *Revue des sciences naturelles de Montpellier*, que les cellules folliculaires naissent par voie endogène dans le sein du vitellus, au voisinage et parfois même à une certaine distance du nucléus.

« Comme M. Fol, j'ai observé des phénomènes semblables chez des vertébrés supérieurs et inférieurs; chez les Poissons, les Amphibiens, le Chien, le Chat, le Veau et chez la Femme, j'ai constaté cette élimination du sein du vitellus de corpuscules destinés à devenir les cellules du follicule de Greaf. Mais la priorité de cette observation me paraît appartenir à M. Cadiat (*Traité d'anatomie générale*, 1881). Seulement M. Cadiat pense que ces noyaux se forment sous la paroi propre de la cellule, tandis que c'est plutôt dans les parties centrales. J'ai reconnu également dans ces corpuscules les corps décrits par M. Balbiani, sous le nom de vésicule embryogène. Quant à Nussbaum, qui en voit à tort l'origine dans la division muriforme du nucléus (*Maulbeerformiger Kerntheilung*), il est juste de dire qu'il a reconnu leur marche centrifuge pour aller constituer les cellules folliculaires.

« Je tiens à dire que ces faits d'élimination d'éléments cellulaires produits par génération endogène m'ont beaucoup frappé par leur généralité, dans l'étude comparée que je poursuis, depuis quelque

années, de la spermatogénèse et de l'ovogénèse. Ces faits m'ont conduit à des vues théoriques sur la nature et l'origine de la sexualité des éléments reproducteurs. Ces éléments me paraissent posséder d'abord deux principes de polarités opposées; l'un centripète (cellule ovulaire, blastophore), localisé dans le noyau et une portion du protoplasme; l'autre centrifuge, localisé dans cette autre portion du protoplasme aux dépens de laquelle se forment les autres éléments centrifuges (cellules du follicule, globules polaires, couches périvitellines, *zona radiata,* spermatoblastes, etc.). Toute cellule dans laquelle les deux polarités sont dans un état réciproque d'équilibre, est dans un état de neutralité sexuelle plus ou moins grande et est susceptible de parthénogénèse; mais si une modification biologique fait disparaître un des deux éléments, l'équilibre est rompu; une des deux polarités devient prédominante et la cellule acquiert par cela même une sexualité déterminée. L'élimination de l'élément centrifuge donne naissance à l'élément femelle, l'élimination de l'élément centripète produit l'élément mâle. Il peut y avoir plusieurs degrés dans la sexualité, et la sexualité complète peut n'être acquise que progressivement par des éliminations successives. »

Je dois dire, après cette citation, que la théorie générale de la spermatogénèse exposée par M. Sabatier, et que son interprétation du blastophore, *cytophore,* comme du résidu central femelle d'une cellule hermaphrodite dont la partie périphérique mâle serait représentée par les spermatocytes, ne repose, en dehors des travaux personnels de Sabatier et des recherches anciennes de M. Duval, sur aucune donnée positive; elle est en contradiction avec la plupart des travaux récents sur la spermatogénèse [1].

[1] Nous nous rattachons complètement à la manière de voir de MM. Bloomfield et Jensen, qui considèrent la signification du Cytophore, dont la présence et la constitution sont si variables, comme purement physiologique.

On pourrait rapprocher de la manière de voir de M. Sabatier les recherches de MM. van Beneden et Julin sur la spermatogénèse de l'*Ascaris megalocephala.* Mais leur observation est isolée, d'ailleurs, et n'a pas été vérifiée. Elle se relie intimement à la théorie de la pseudokaryokinèse des globules polaires soutenue par M. van Be-

Les travaux de Carnoy, van Beneden, Marck, Hertwig, Trinchese, et mes propres observations sur la formation des globules polaires, ne peuvent pas permettre d'accepter la théorie de Sabatier sur leur origine intravitelline. La présence incontestable de globules polaires dans des œufs parthénogénétiques ne permet pas davantage d'admettre sur leur signification physiologique la théorie de Sabatier, qui n'est d'ailleurs qu'une variante de celle déjà émise par Minot et acceptée par Balfour.

Que reste-t-il donc à M. Sabatier? La genèse intra-vitelline des cellules folliculaires. Nous espérons mettre hors de doute par l'exposé de nos recherches sur l'ovogénèse des Chitons que, non seulement l'origine intra-vitelline des cellules folliculaires chez ces animaux doit être repoussée, mais même la participation directe de l'œuf, par son noyau, à leur formation.

Nous avons lu avec intérêt dans le travail récent de M. Roule [1] sur la *Ciona intestinalis*, le résumé de ses dernières opinions sur le développement et la signification des cellules folliculaires chez les Ascidies. Nous n'acceptons en aucune façon l'homologie qu'il prétend établir entre l'œuf et le cytophore, d'un côté, entre les spermatocytes et les globules polaires, de l'autre. Nous l'avons dit ailleurs, les éléments homologues sont pour nous l'œuf et la spermatogonie, et les spermatocytes équivalent à des cellules de segmentation.

Nous repoussons, plus complètement que ne le fait M. Roule, toute communauté de nature entre les cellules folliculaires et les globules polaires, car les phénomènes qui leur donnent naissance sont tout à fait indépendants, et leur signification est très différente. Mais si l'on accepte avec M. Roule, comme démontré que les cel-

neden, que l'ensemble des recherches des auteurs, et en particulier celles de MM. Carnoy, Zacharias, Boveri, sur les Ascarides, rendent bien invraisemblables.

Enfin la manière de voir de la Valette-Saint-Georges, qui homologue la *Cystenhaut*, que l'on rencontre dans les spermatogemmes de nombreux animaux à la membrane folliculaire de l'œuf, suppose démontré, ce qui est justement en question, c'est-à-dire que la membrane folliculaire est formée par l'œuf.

[1] Roule, *Monographie de la Ciona intestinalis*, p. 167 (*Annales du Musée de Marseille*, t. II).

lules folliculaires des Ascidies dérivent directement[1] de l'œuf et que la vésicule germinative prenne part à leur formation, on peut regarder comme justes ses réflexions, qui diffèrent complètement des

[1] Si MM. Fol et Roule sont d'accord sur ce point, les auteurs qui ont étudié la question ne sont pas unanimes; M. de Lacaze-Duthiers, notamment, n'admet en aucune façon ce processus dans son travail sur la Molgule. M. Giard (*C. R.*, juin 1881) admet, chez la *Lithonephria*, que des cellules extérieures à l'œuf pénètrent dans le vitellus, vont quelquefois jusqu'au voisinage de la vésicule germinative, et sont capables de se segmenter. Enfin MM. E. van Beneden et Julin, dans leur magnifique travail sur la « Morphologie des Tuniciers » (*Arch. de Biologie*, t. VI), sont arrivés à des conclusions que je crois devoir citer en entier. Elles correspondent entièrement à celles que l'on trouvera exposées à la fin de ce travail, et elles sont en contradiction formelle avec les théories de M. Sabatier, tant au point de vue de la genèse de l'œuf qu'au point de vue de l'origine et de la signification des cellules folliculaires.

« 1° Chez la Claveline de Risso, l'épithélium folliculaire procède exclusivement des cellules folliculeuses de l'épithélium germinatif;

« 2° Cet épithélium primitif se résout en deux assises secondaires; l'une, interne, répond à la couche du testa; l'autre, externe, à ce que nous appelons l'*épithélium folliculaire secondaire*. Les éléments du testa sont des cellules qui dérivent exclusivement des cellules folliculeuses primitives. Elles ne sont jamais entièrement plongées dans le vitellus, mais seulement saillantes dans la substance de l'œuf;

« 3° L'épithélium folliculaire se subdivise, au moment où l'œuf arrive à maturité, en deux nouvelles assises cellulaires : l'interne, adhérente à la membrane ovulaire, devient la couche spumeuse de l'œuf pondu; l'externe reste en place, à la face interne de la membrane anhiste du follicule;

« 4° L'enveloppe ovulaire anhiste qui prend naissance après la subdivision de l'épithélium primitif du follicule en deux assises adjacentes, ne peut être une production de l'ovule; elle procède de l'épithélium folliculaire. Elle a le même aspect que la membrane anhiste qui se continue sur le pédicule folliculaire et jusque sous l'épithélium ovarien. Cette dernière a probablement la valeur d'une membrane basale. Elle n'est certainement pas formée de cellules endothéliales. Les membranes qui entourent l'œuf mûr dans le follicule sont donc au nombre de cinq : la couche du testa, l'enveloppe ovulaire anhiste, l'épithélium interne du follicule, l'épithélium externe du follicule, la membrane anhiste du follicule; toutes dérivent de l'épithélium folliculaire primitif. »

Ce que j'ai vu chez les Chitons me porte à croire que, malgré tous les travaux dont elle a été l'objet, l'ovogénèse des Ascidies aurait besoin d'être étudiée de nouveau.

M. Balbiani, dans une note très importante (*Zoologischer Anzeiger*, 1883), considère les corps intravitellins de l'œuf des Géophiles qui, d'après lui, seraient dérivés du noyau, comme l'origine des cellules folliculaires. Cette manière de voir ne repose pas sur une observation directe, mais c'est plutôt une hypothèse que les travaux de MM. Fol, Roule et Sabatier paraissent rendre très vraisemblable à M. Balbiani. La question de l'origine et du sort des corps vitellins chez les Arachnides et les Myriapodes demande donc, elle aussi, de nouvelles observations.

conclusions de M. Sabatier, qui tendrait à faire considérer son procédé d'évolution des cellules folliculaires comme tout à fait général.

« La formation des couches protectrices de l'ovule, dit M. Roule, n'est donc pas, chez les Ascidies, en dehors des faits connus; au contraire, il est possible de la rattacher au développement si fréquent d'un follicule par le choix, dans une segmentation abondante, d'une cellule qui évolue seule en ovule, tandis que les autres persistent autour d'elle pour lui former une enveloppe..... D'autre part, la plupart des ovules sont entourés par une coque de protection, qui tantôt est fournie par des organes annexes, tantôt est empruntée à la substance même de l'ovule; dans ce dernier cas, la cellule ovulaire primitive se segmente un certain nombre de fois, et, parmi l'amas de cellules qui résultent de cette segmentation, une seule sera susceptible d'être fécondée, tandis que les autres se grouperont autour d'elle pour lui former une coque de protection.

« Dans le cas particulier des Ascidies — et peut-être aussi d'autres animaux — un phénomène spécial intervient. La vésicule germinative, le noyau si volumineux des ovules jeunes, disparaît en partie, dans tous les développements embryogéniques, lorsque le moment de la fécondation approche, et les portions de cette vésicule, qui ne doivent plus faire partie de l'œuf sont rejetées au dehors avec une partie du vitellus (globules polaires); il me paraît que la genèse des enveloppes chorionnaires des ovules d'Ascidies est une sorte d'extension, d'utilisation de ce rejet des globules polaires. Il semble en effet que, puisque l'œuf possède, d'une manière générale, la faculté d'émietter une partie de sa vésicule germinative, les œufs de certains animaux peuvent utiliser cette propriété et la pousser à l'excès, en séparant de leur vésicule germinative, ou plutôt, du réseau chromatique de cette vésicule au fur et à mesure qu'ils grossissent, de petites portions qui émigrent dans le vitellus et autour desquelles une partie de ce vitellus se condense pour former des éléments qui s'étalent à la périphérie de l'ovule et constituent la coque. Je ne veux

pas dire par là que les cellules de cette coque correspondent à des globules polaires; j'entends seulement que cette propriété des œufs de rejeter une partie de leur vésicule germinative sous forme de globules polaires, qui ne jouent aucun rôle et ne sont que des corpuscules de rebut, est détournée dans certain cas de ce but pour servir à la production du follicule. »

Nous ne pouvons songer à énumérer les cas où, comme le dit très bien M. Roule, il se produit à la suite d'une segmentation abondante, c'est-à-dire dans un tissu embryonnaire, un choix d'une cellule qui seule évolue en ovule, tandis que les autres persistent autour d'elle pour lui former une enveloppe. Ces cas, fort nombreux dans la science, peuvent être considérés comme typiques et normaux. Nous espérons arriver à démontrer que les Chitons rentrent absolument dans ce cadre d'évolution[1].

II

Mes recherches ont surtout porté sur le *Chiton cinereus*, qui se trouve en abondance à Arcachon. J'ai pu suivre, chez cet animal, tous les phénomènes de l'évolution de l'œuf, depuis sa première apparition, jusqu'aux derniers stades de son développement. Les exemplaires de cette espèce que j'ai pu étudier, m'ont été fournis avec la plus grande obligeance par M. Durègne, ingénieur des télégraphes, directeur de la station zoologique de cette localité; je lui adresse ici tous mes remerciements. J'ai pu étudier d'une façon presque aussi complète l'évolution de l'œuf du *Chiton fascicularis*. Je suis heureux d'exprimer ici ma vive reconnaissance à M. le professeur de Lacaze-Duthiers, qui a bien voulu m'envoyer de Roscoff, de magnifiques échantillons de cette espèce, et m'accorder dans ses *Archives* une généreuse hospitalité.

[1] Je ne puis songer, dans ce travail très spécial, à discuter complètement la question de la signification des cellules folliculaires; on pourra consulter avec fruit les travaux de Minot, de Sabatier, de Nussbaum, Hyatt, A. Thompson, la Valette-Saint-Georges, Will, Fol, Roule, Bolles-Lee.

J'adopterai, dans l'exposition de mes recherches, la méthode suivante, que je crois être la plus convenable; je décrirai tout d'abord les phénomènes que j'ai pu observer sur les deux espèces qui ont servi à mes études; je comparerai ensuite mes résultats à ceux obtenus par mes prédécesseurs.

L'ovaire des Chitons est trop connu pour que je songe ici à le décrire; je me bornerai à dire que c'est un sac bosselé plutôt que lobulé, formé par une paroi externe conjonctive, ordinairement très mince, revêtue d'un épithélium germinatif. Sur la paroi, font saillie vers l'intérieur, des lames formées par l'adossement à elle-même de cette membrane conjonctive; au centre de ces replis, se trouve un fin réseau lacunaire. Ils sont revêtus par le même épithélium, aux dépens duquel se développent aussi des œufs.

J'ai dû commencer mon travail par l'étude des objets frais observés rapidement dans l'eau de mer ou dans le sang de l'animal ou bien encore dans le vert de méthyle. Lorsque je voulais fixer les œufs avant de les étudier, je procédais de la même manière que M. Sabatier : l'animal étant placé sur le dos, je fendais l'ovaire et déposais dans le réceptacle formé par la carapace, quelques gouttes de liquide chromo-acéto-osmique[1]. Après un séjour de quelques minutes (8 à 10), je lavais complètement à l'eau distillée et colorais par le picrocarmin, je lavais de nouveau et montais dans la glycérine formiquée. J'ai obtenu aussi d'excellents résultats en traitant directement par le picrocarmin et terminant l'opération comme ci-dessus. Ce ne sont pas là les seuls procédés de fixation et de coloration que j'aie cru devoir employer, mais ceux-là permettent d'apercevoir dans

[1] Je me suis servi des liquides de Flemming, mais je préfère de beaucoup celui de Fol, qui contient moins d'acide osmique :

Acide chromique à 1 pour 100	25 vol.
— osmique à 1 pour 100	2 —
— acétique à 2 pour 100	5 —
Eau	68 —

les dilacérations tous les phénomènes susceptibles d'être étudiés par ce procédé d'observation, toujours nécessaire, mais toujours insuffisant.

La figure 1 est la représentation d'une préparation que je possède encore. Elle représente un fragment de l'ovaire du *Chiton cinereus*, qui a été traité directement par le picrocarmin et monté dans la glycérine formiquée. On peut déjà voir, dans cette préparation, des faits assez nombreux. L'un d'eux possède une grande importance. Les œufs, à l'âge où ils sont représentés dans cette figure, possèdent un cytoplasma homogène ; ils renferment un gros noyau clair sphérique et un nucléole opaque. Les œufs font saillie à la surface de l'ovaire et prennent au fur et à mesure qu'ils s'accroissent, un aspect claviforme de plus en plus marqué, qui se remarque surtout sur les plus gros du groupe dessiné. On peut passer, comme on le voit, en se rapportant au dessin, de l'œuf bien développé aux cellules de l'épithélium germinatif, par des transitions parfaitement graduées ; mais ce genre de préparation est absolument insuffisant pour faire l'étude des premiers états du développement de l'œuf, et nous devrons pour cela avoir recours à des méthodes plus parfaites, mieux appropriées au but à atteindre.

On peut cependant déjà reconnaître, par ce simple procédé, que tous les œufs présentent à leur surface un certain nombre de noyaux de forme parfaitement déterminée, à contours nettement arrêtés, qui se voient dans tous les cas avec la plus grande évidence, bien que l'on ne puisse jamais arriver à les colorer d'une façon très intense. Ces noyaux, logés sous une membrane, font une légère saillie à la surface de l'œuf, et se voient très nettement sur les bords de la coupe optique ; mais en relevant le tube du microscope, on les reconnaît successivement sur toute la surface de l'œuf. La première opinion qui vienne à l'esprit, à la suite de cette observation, c'est que l'œuf est entouré d'une membrane formée de cellules dont les limites sont invisibles. Ces cellules sont légèrement saillantes dans leur partie moyenne qui contient le noyau.

Le plus gros des œufs représentés dans la figure 1 présente un intérêt tout particulier. On voit que le pédicule est entouré à distance par une membrane plissée renfermant des noyaux semblables à ceux que nous avons observés à la surface de l'œuf et à ceux que nous pouvons reconnaître dans les cellules de l'épithélium germinatif. Cette membrane se continue évidemment, d'un côté avec l'épithélium ovarien et de l'autre, avec la capsule qui entoure le reste de l'œuf.

La membrane qui entoure l'œuf renferme donc des noyaux, qui, j'insiste sur ce point, *ne sont point libres sous la membrane, ne lui sont point faiblement accolés, mais sont logés dans son intérieur.* C'est là un point capital, sur lequel je ne puis avoir de doute ; j'ai plusieurs fois, sous le compresseur, vérifié ce fait, qui concorde d'ailleurs parfaitement avec les résultats obtenus par d'autres procédés.

Il était difficile, même avec cette seule observation, de supposer que la capsule de l'œuf fût constituée autrement que par des cellules aplaties soudées les unes aux autres. Elle serait donc alors formée, en réalité, de deux feuillets renfermant entre eux un protoplasma cellulaire réduit et un noyau encore bien visible. Mais comme on n'aperçoit plus de soudures intercellulaires, on a pu supposer que la membrane était anhiste, les noyaux dans cette hypothèse s'y trouvant simplement accolés. Cette dernière opinion est déjà renversée par notre première observation, mais pour élucider complètement la question et pour donner une preuve irréfutable de la constitution cellulaire de cette membrane, j'ai eu recours au procédé de Recklinghausen. Un fragment d'ovaire (je me suis servi du *Chiton cinereus* et du *Chiton fascicularis*) est lavé rapidement, mais complètement, sous un léger filet d'eau distillée. Cette petite opération doit toujours être faite très soigneusement. On fait alors passer sur l'objet un filet de la solution de nitrate d'argent à 1/500, ou bien on l'agite dans la solution. L'opération réussit toujours très bien lorsqu'elle est faite par un beau soleil. On doit s'arrêter dès que les œufs commencent à prendre une teinte grise. Le lavage doit être ensuite fait très soi-

gneusement à l'eau distillée, et on monte dans la glycérine. On voit alors un aspect tel que celui qui est dessiné dans les figures 15 et 16. La figure 16 représente un œuf vu de profil dont le pédicule s'est brisé; en *a* est le noyau de l'œuf, en *b* son nucléole. La surface de l'œuf présente des lignes droites d'un noir intense, limitant des polygones hexagonaux ou pentagonaux. Cette observation complète la précédente ; notre hypothèse se vérifie et à chacun des noyaux de la surface correspond un corps cellulaire mis en évidence par le dépôt d'argent. Ce dépôt est dû à la réduction produite en présence de la lumière par le ciment qui unit la membrane de la cellule aux cellules voisines. La membrane qui entoure l'œuf n'est donc pas anhiste; elle renferme des noyaux qui correspondent chacun à une cellule élémentaire.

En examinant un lambeau entier d'ovaire traité par le nitrate d'argent en présence de la lumière, nous pouvons compléter les notions précédemment acquises. Sur le fond gris de la paroi ovarienne, revêtue de cellules indiquées par le trait noir de leur ciment intercellulaire, se détachent les œufs à tous les états du développement : les uns, vus d'en haut, c'est-à-dire par leur grosse extrémité, les autres de profil; et sur ceux-ci, on constate très nettement la continuité entre leur calotte cellulaire et l'épithélium ovarien.

Les membranes intercellulaires de l'épithélium ovarien ne sont pas droites, mais en zig-zag, et cet aspect est d'autant plus visible, que l'imprégnation est plus légère et plus délicate. La raison en est facile à comprendre : les ondulations étant très serrées et très peu amples, un abondant dépôt d'argent empâte la ligne de soudure, qui, alors, paraît droite.

Les membranes intercellulaires des éléments anatomiques qui constituent la capsule des gros œufs, sont toujours indiquées par des lignes droites, tandis que chez les œufs plus jeunes, elles sont indiquées par des lignes en zig-zag. En effet, comme nous le verrons bientôt, ces cellules suivent une évolution de la forme épithéliale vers la forme franchement endothéliale et aplatie des cellules de revête-

ment. Cette évolution est accompagnée d'une augmentation dans le dépôt du ciment qui imprègne les membranes intercellulaires. De là, empâtement par l'argent de la ligne de soudure qui devient droite.

Dans les œufs inclinés sur leur pédicule, on aperçoit, je le répète, d'une façon qui ne laisse pas prise au doute, la continuité du revêtement folliculaire de l'œuf avec l'épithélium ovarien.

Les jeunes œufs apparaissent comme des saillies brunes plus ou moins volumineuses, suivant leur âge, sur la membrane de l'ovaire. Un fait important et qui pour moi n'est pas douteux, bien qu'il soit assez difficile à voir nettement, c'est que les jeunes œufs, dès qu'ils peuvent être distingués comme tels, sont recouverts par des cellules dont on aperçoit les cloisons. Ces cloisons sont peu distinctes, il est vrai, car ces cellules, à ce moment, comme le montreront les coupes sont des cellules jeunes, et dont les membranes, par conséquent, sont peu développées.

Si on étudie avec soin le réseau cellulaire dessiné à la surface des œufs d'âge moyen, le nombre des cellules paraît plus considérable que chez les gros œufs ; mais, chez ces derniers, elles atteignent une plus grande taille.

Il est possible que, pendant les phénomènes d'accroissement de l'œuf, les cellules qui recouvrent le dôme continuant seules à s'accroître, rejettent les autres, dès lors destinées à s'atrophier vers le pédicule en voie de formation. Cette explication me paraît très vraisemblable ; nous aurons d'ailleurs à y revenir. Sur les œufs de taille moyenne, on voit dans le réseau cellulaire des dispositions telles, qu'à côté de grosses cellules, s'en trouvent de très petites. Rien de semblable n'existe plus sur les grands œufs. Y a-t-il là une prolifération tardive des éléments anatomiques ? Sont-ce là des cellules restées plus petites et qui regagneront plus tard le temps perdu, ou bien faut-il voir dans cette observation le résultat d'une erreur si facile à commettre avec des objets traités par le nitrate d'argent et incomplètement lavés ? Je ne serais guère disposé à admettre cette dernière explication, car j'ai fait avec beaucoup de soin de

nombreuses préparations, et dans chacune j'ai toujours pu constater cette disposition au moins sur quelques œufs. Cependant, je réserve encore mon opinion sur ce fait, d'ailleurs fort peu important en soi.

Je dois dire encore que l'on peut constater, tant par la méthode du nitrate d'argent, que par les méthodes précédentes, que les cellules folliculaires sont saillantes à la surface des œufs jeunes et même d'âge moyen. Leur noyau se trouve contenu au milieu d'un protoplasma parfaitement homogène, sans granulations ni vacuoles.

Je ne me suis pas tenu à ces procédés d'investigation; je les ai complétés par la méthode des coupes. Toutes mes sections ont été faites sur des objets inclus dans la paraffine par le chloroforme. J'ai essayé, pour la fixation des réactifs très divers, mais je m'en suis définitivement tenu au liquide chromo-acéto-osmique, avec la formule de Fol et à l'acide azotique à 3 pour 100. Les meilleures substances que j'aie employées pour les colorations en masse, sont le picro-carmin et surtout le carmin aluné et l'hématoxyline. J'ai fait aussi avec grand avantage des colorations sur la lame de préparations fixées par la liqueur chromo-acéto-osmique, avec le violet de gentiane appliqué suivant l'excellente méthode de Bizzozero. J'ai employé de la même manière la safranine suivant la méthode d'Herman, mais avec beaucoup moins de succès.

J'ai représenté deux sections de l'ovaire du *Chiton cinereus* dans les figures 2 et 3. La paroi conjonctive de l'ovaire est très mince, et se trouve recouverte du côté interne par une couche de cellules épithéliales qui s'adossent à elles-mêmes pour constituer des replis saillants dans l'intérieur de l'ovaire. Ces replis portent sur toute leur longueur de nombreux ovules.

La couche épithéliale est ordinairement composée d'un plan unique de cellules. Mais aux points où naissent de jeunes œufs, et où les œufs déjà avancés dans leur évolution se rattachent par leur pédicule à la paroi, on constate un épaississement notable de l'épithélium, qui se trouve composé d'un nombre variable de plans

cellulaires. On peut voir, dans les figures 2 et 3, que les jeunes œufs, *c*, naissent au milieu d'un petit bourgeon épithélial. On ne voit dans mes dessins que des œufs déjà différenciés et faciles à reconnaître comme tels ; mais il arrive souvent qu'en examinant une coupe, il est assez difficile de dire quelle sera, parmi les cellules qui composent le bourgeon épithélial, celle qui deviendra l'œuf. Quelquefois, comme on le voit en *d*, fig. 2, l'œuf naît profondément au sein de l'épithélium germinatif [1] très près de la paroi conjonctive de l'ovaire.

Dans la cellule qui doit devenir un œuf, se passent les phénomènes suivants. Le noyau acquiert rapidement une taille considérable et son contenu tend à prendre rapidement un aspect réticulé. La chromatine, qui, dans les cellules de l'épithélium germinatif, est disposée en peloton, se fragmente, et chaque fragment tend à se ramasser en boule. La chromatine est alors intimement mêlée à l'achromatine qui forme dans le noyau un véritable réseau. Il n'y a aucun doute que le réseau ne dérive du peloton suivant le procédé indiqué par Carnoy. (*Biologie cellulaire. La Cytodiérèse chez les Arthropodes.*) Mais peu à peu, par voie de concentration progressive, la séparation des deux substances se fait et aboutit à la formation d'un nucléole unique. Il n'est donc pas étonnant qu'on trouve fréquemment quatre ou cinq nucléoles dans les œufs d'âge moyen, tandis que dans les œufs plus près de l'état adulte il n'y en a ordinairement qu'un seul.

On peut voir dans la figure 4, sur un œuf de *Chiton cinereus*, et dans la figure 20, sur un œuf de *Chiton fascicularis*, quelle est ordinairement la constitution du noyau dans un œuf d'âge moyen. Il a une membrane distincte, le réseau achromatique est encore légèrement colorable par l'hématoxyline et même par le procédé de Bizzozero, tandis que, dans l'œuf mûr, il ne se colore plus. Tous les ponts de substance nucléoplasmique convergent vers un amas principal, ordi-

[1] Je n'insiste pas ici sur la signification du terme *épithélium germinatif*. Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit sur ce sujet dans un travail récent. (*Recherches sur le* Cyclostoma elegans, *loc. cit.*, p. 119.)

nairement assez voisin du centre, mais distinct du nucléole. Le réticulum d'achromatine est beaucoup plus net chez le *Chiton fascicularis* que chez le *Chiton cinereus*.

Le nucléole est une masse sphérique volumineuse, excentriquement placée dans le noyau. Le nucléole peut être homogène, mais il se présente fréquemment chez les œufs d'âge moyen avec un des aspects représentés dans les figures 4 et 19, A.B. Au milieu d'une masse qui se colore bien par le vert de méthyle, le carmin, l'hématoxyline, le violet de gentiane, se trouvent des corpuscules sphériques au nombre de deux à cinq, qui se colorent avec beaucoup plus d'intensité. Dans l'œuf adulte et même dans les œufs à la phase d'expansion, on ne rencontre plus de nucléoles avec cet aspect ; le nucléole homogène se colore d'une façon intense et uniforme, fig. 2, 3, 5. Quant au réseau achromatique, il perd complètement, dans l'œuf adulte, sa colorabilité ; sa disposition en réseau devient beaucoup moins nette ; il se présente déjà avec l'aspect qu'il possède dans les gros œufs de la figure 3, bien que ceux-ci ne soient pas encore à une phase très avancée de leur évolution.

Dans les œufs très jeunes, le noyau acquiert tout d'abord un développement très considérable par rapport au protoplasma, qui s'accroît très lentement ; mais bientôt le vitellus se développe avec rapidité et devient très volumineux par rapport à son noyau.

Je dois encore, avant de terminer cette description de l'œuf, parler de certaines formations qui apparaissent dans l'œuf avant que ne se soit formé le dépôt des granulations vitellines. Le cytoplasma est loin d'être homogène ; il renferme des taches ordinairement nombreuses, colorables par tous les réactifs du noyau. Ces taches, que l'on peut très bien voir dans nos figures 2, 3, 4, 5 sont très nettes dans les coupes faites après fixation par le réactif chromo-acéto-osmique et coloration par le carmin aluné de Grenacher. Ces corps, malgré la facilité avec laquelle ils se colorent, n'ont jamais l'aspect de véritables noyaux. Ils sont assez nets et assez bien délimités, dans les plus jeunes œufs, mais toujours irréguliers et déchiquetés chez

les œufs plus avancés en âge. Ils peuvent être très petits (fig. 2) ou très gros (fig. 4). *Ils se trouvent dans toutes les parties du cytoplasma ovulaire et n'ont* avec le noyau aucun rapport d'origine, mais de simples rapports de contiguïté. Ils ne sortent jamais du cytoplasma de l'œuf. Ils présentent, dans quelques cas, un aspect en bissac[1] qui pourrait faire supposer qu'ils sont capables de se diviser ; mais cette seule preuve ne peut être considérée comme suffisante. Ces corpuscules sont ordinairement entourés par un protoplasma moins colorable, comme on le voit figure 5 ; ils disparaissent sans retour et ne laissent dans l'œuf adulte aucune trace de leur éphémère existence. J'aurai occasion de revenir sur leur nature et leur signification, dans la discussion des résultats obtenus par les auteurs.

Si maintenant, abandonnant l'œuf lui-même, nous essayons de vérifier et de compléter par l'étude des sections les notions préalablement acquises sur la nature du follicule, nous y trouvons une preuve nouvelle et évidente de sa structure cellulaire.

Les œufs, avons-nous dit, se différencient comme tels au milieu d'un bourgeon épithélial. Les cellules qui le recouvrent s'aplatissent et forment une membrane cellulaire qui contient des noyaux renfermés chacun dans leur cellule correspondante. Chaque cellule est évidemment limitée par deux membranes, d'abord écartées, car elles renferment du protoplasma autour du noyau, mais qui s'appliquent de plus en plus l'une contre l'autre, au fur et à mesure que leur taille augmente et que leur protoplasma disparaît. Bientôt enfin ces deux membranes n'en forment plus qu'une seule constituée par deux feuillets élémentaires qui ne sont plus distincts, qu'au point où se trouve le noyau.

Les figures 2 et 3 représentant des coupes de l'ovaire du *Chiton cinereus* faites au printemps, au moment de la grande poussée germinative, me paraissent suffisamment claires sur tous ces points. On y voit très bien aussi que le follicule des jeunes œufs, de même

[1] La figure 4 où ce corps est parfaitement limité, est absolument exceptionnelle.

que l'enveloppe cellulaire qui entourent le pédicule des œufs plus âgés, se continuent avec l'épithélium ovarien.

On ne voit pas toujours aussi nettement ces faits, surtout si on fait les coupes à une époque d'arrêt dans l'évolution des œufs; car alors les cellules qui entourent les œufs formés depuis un certain temps, sont déjà aplaties; et souvent il arrive que la section ne rencontre dans la membrane aucun noyau. Ces faits négatifs, faciles à interpréter, ne peuvent, après les démonstrations fournies par les divers procédés que nous avons indiqués, introduire quelque doute dans notre esprit. L'œuf à ce moment se pédiculise de plus en plus rapidement et il restera fixé par ce pédicule à l'ovaire, jusqu'à la fin de son évolution.

Les cellules folliculaires peuvent, chez les Mollusques, se comporter de deux façons très différentes. Elles peuvent se trouver en très grand nombre autour de l'œuf comme dans la *Sépia*. Elles ne forment pas, à proprement parler, une enveloppe autour de l'œuf, mais se nourrissant assez facilement elles-mêmes, à cause de l'étroitesse du tube ovarien, elles servent aussi à nourrir l'œuf qui s'accroît à leurs dépens par toute sa surface. Au contraire, sur les parois de l'immense sac ovarien des chitons, où doit se faire le développement d'œufs innombrables et très volumineux, ces œufs, pour pouvoir arriver à terme, doivent rester en relation avec leur paroi sans gêner leurs nombreux voisins ; aussi se pédiculisent-ils et sont-ils reliés à l'ovaire par le follicule, comme le sont, par leur filet au réservoir du gaz, les ballons que l'on est en train de gonfler. Ces cellules de revêtement ne jouent en aucune façon, pendant le développement de l'œuf, le rôle de pabulum, mais forment une membrane peu coûteuse à nourrir qui rattache solidement l'œuf à l'ovaire pour ne se rompre que lorsque l'évolution de l'œuf est terminée. L'enveloppe folliculaire, en se modifiant par un processus curieux, deviendra la membrane de l'œuf mûr que nous décrirons bientôt.

Entre les cas extrêmes de la *Sépia* et des Chitons, on en trouve d'intermédiaires, tels que celui que nous avons décrit chez le *Cyclostoma elegans*.

Il se produit dans les œufs fixés à l'ovaire, des modifications très curieuses, que nous étudierons tout d'abord chez le *Chiton cinereus*. On voit, dans la figure 4, le phénomène à ses débuts. Avant que l'on ait pu constater l'apparition des granulations vitellines dans le cytoplasma de l'œuf, il se produit, en face de chacune des cellules folliculaires, une véritable bosse formée par l'expansion du vitellus. Au début, ces bosses sont plus développées au voisinage de l'extrémité libre de l'œuf et diminuent en se rapprochant du pédicule ; mais cette différence disparaîtra bientôt, quand l'œuf sera plus avancé.

La figure 6 représente le stade suivant : l'œuf, dont les contours sont seuls représentés, est vu d'en haut ou de face, son aspect rappelle vaguement celui d'une fleur épanouie. Les expansions vitellines ressemblent à des pétales disposés suivant une spire. On voit, au sommet de chaque pétale, en *c*, le noyau de la cellule folliculaire correspondante. Ce noyau, qui est un peu aplati, est contenu dans un espace clair, qui doit être considéré comme représentant le corps de la cellule folliculaire. Cet aspect est plus net encore dans la figure 7, car les expansions vitellines, développées au maximum, placent le corps de la cellule folliculaire dans la situation la plus favorable pour qu'on puisse l'observer. Les mêmes apparences se voient encore dans la figure 8 ; mais, dans la figure 9, le noyau paraît appliqué intimement sur le vitellus et l'on ne comprendrait guère, en voyant cette figure isolée, qu'il se trouve contenu entre les deux feuillets de sa cellule. A cette époque, en effet, le corps protoplasmique de la cellule folliculaire déjà vieille disparaît complètement ; le noyau lui-même, jusque-là facilement colorable, devient difficile à teindre par les réactifs ; les deux parois de la cellule folliculaire s'appliquent intimement l'une à l'autre, pour n'en former qu'une seule qui deviendra après les modifications que nous allons décrire, la *coque* ou le *chorion* des auteurs.

On peut voir, dans les figures 8, 9, 10, apparaître en *e*, dans les parties latérales de l'œuf, deux vacuoles dont la taille ne fera plus qu'augmenter. Ces vacuoles, que l'on ne voit dans les dessins que

sur les parties latérales des expansions vitellines, en occupent, en réalité, toute la périphérie, car je ne représente évidemment que des coupes optiques. Il semble que les vacuoles apparaissent tout d'abord dans le protoplasma vitellin très près de la membrane, car on peut voir, au début de leur formation, une couche de granules placée entre la vacuole et la paroi folliculaire ; mais cette couche disparaît bientôt. Il est aussi difficile d'indiquer la cause prochaine de la formation de la vacuole que celle de l'expansion du vitellus.

Il est fort difficile de comprendre la cause de la forme, singulière et régulière à la fois, des expansions vitellines. Leur sommet correspond exactement au noyau de la cellule extérieure. Quelle relation y a-t-il entre ces deux faits? c'est ce que je ne saurais dire.

Faut-il attribuer la forme des expansions à ce que les cellules folliculaires seraient moins résistantes et se laisseraient mieux déprimer dans leur partie moyenne ?

Tout cela est fort singulier et sans analogie. Peut-être doit-on considérer les expansions vitellines, qui augmentent la surface du vitellus pendant le développement de l'œuf et qui se rétractent ensuite, comme des productions amœboïdes.

Beaucoup d'œufs jouissent en effet de la propriété d'émettre des prolongements amœboïdes ; mais nous n'en connaissons aucun où les phénomènes soient comparables sous le rapport de l'intensité et de la durée avec ceux que nous avons décrits chez les Chitons.

C'est à partir de ce moment que commence la dernière période du développement de l'œuf, marquée par la rétraction de ses expansions et la formation du *chorion*. Ces derniers stades sont représentés dans les figures 11 et 12 à la chambre claire ; et schématiquement, figure 14. L'œuf adulte est représenté dans la figure 13.

L'apparition de la vacuole périphérique détermine autour des expansions vitellines la formation d'un bourrelet circulaire. Je ne saurais mieux exprimer les choses, qu'en comparant le bourrelet à un cratère ancien au milieu duquel l'extrémité libre de l'expansion vitelline, surmontée de son noyau, ferait saillie, comme un cône de

nouvelle formation; tel est l'état représenté par la figure 11. Peu à peu l'expansion vitelline se contracte, se retire vers le centre de l'œuf, entraînant avec elle la portion de la cellule folliculaire qui contient le noyau et qui lui reste adhérente, figures 12, 14, B. A ce moment, le cône central est donc en voie d'affaissement.

Il est évident que la saillie des bords augmente au fur et à mesure que s'exagère l'invagination. La membrane s'épaissit peut-être un peu pendant que le phénomène s'accomplit, mais je ne suis pas absolument certain de ce fait. Quoi qu'il en soit, après que le vitellus s'est complètement rétracté, son ancienne loge reste vide et toutes ses parois se plissent. Il se forme, en effet, des plis longitudinaux ou parallèles au grand axe de l'expansion. Ces plis se continuant de la portion basale de la cellule folliculaire à la portion invaginée, produisent au niveau des bords du cratère, des sortes d'égueulements. Il se forme aussi, sur la membrane folliculaire de très nombreuses rides transversales ; les parois du cratère s'appliquent l'une à l'autre et tout le système est en voie d'affaissement. Les figures deviennent alors très compliquées et seraient à peu près inintelligibles, sans l'observation attentive de toutes les transitions.

Nous arrivons enfin à la description de l'œuf adulte, qui se trouve représenté dans la figure 13. On le trouve avec cet aspect, soit libre dans la cavité de l'ovaire, soit suspendu par son pédicule très atrophié aux parois, qu'il abandonne avec la plus grande facilité. On voit encore quelquefois sur les œufs libres le pédicule flottant, *k*; mais il doit bientôt se résorber, car on ne l'aperçoit plus sur la plupart des œufs. C'est évidemment à l'orifice du pédicule que correspond le micropyle. Il n'y a pas, en effet, d'autre ouverture à la surface de l'enveloppe folliculaire. L'œuf à ce moment est parfaitement sphérique, il présente une tache claire qui est le noyau.

On voit ordinairement, à la surface de l'œuf fraîchement tombé dans la cavité ovarienne, des saillies difficiles à décrire, qui ont la forme de celles qui sont représentées en *a*, fig. 13; mais le plus souvent ces saillies, beaucoup moins développées, se présentent

avec l'aspect de *a' a'*. On peut, en laissant des œufs séjourner dans l'eau, voir les saillies de la forme *a'* se transformer en saillies de la forme *a*. Ces saillies de formes diverses correspondent à une cellule folliculaire modifiée suivant le schéma de la figure 14. Le mouvement de rétraction des expansions vitellines, que nous avons déjà indiqué, s'accentue (fig. 11 et 12) et chacune d'elles entraîne toujours à sa suite, la partie de la cellule folliculaire qui lui adhère et qui contient le noyau. La cellule folliculaire réduite à son noyau et à ses membranes accolées et probablement épaissies, se plisse de plus en plus et il se produit enfin des figures telles que *a' a'* de la figure 13, expliquées par la figure schématique 14, *c*. La figure 13 serait, je le répète, absolument inintelligible, sans le secours des précédentes observations.

Je ne m'attarderai pas à décrire les apparences *a' a'* de la figure 13. Il suffit de comprendre comment elles ont pu se produire.

La saillie *a* de la figure 13 montre très clairement quelle est sa constitution. On voit en *p* les bords du cratère au fond duquel se trouve le noyau *c* difficile à colorer par les réactifs, mais cependant reconnaissable. La partie de la membrane qui est invaginée présente de nombreux plis qui, partant des bords du cratère, viennent rejoindre le noyau. Comme on le voit dans cette figure, le vitellus, en se rétractant, n'a entraîné la portion invaginée que jusqu'au niveau du col rétréci qui se trouve au point où la cellule folliculaire développée s'unit au reste de l'enveloppe.

En somme, à cet état, les cellules folliculaires ont une forme assez comparable à celle des bonnets carrés que les prêtres placent sur leur tête. Mais pour que la comparaison soit tout à fait exacte, il faut supposer que la couverture est plus profondément invaginée, et que le petit pompon, qui est représenté dans nos cellules par le noyau, se trouve compris entre les deux feuillets du bonnet.

Nous avons indiqué, figures 17 et 18, deux stades de l'évolution de l'œuf du *Chiton fascicularis* représentés l'un (17), à la phase d'expansion, l'autre (18), à la phase de rétraction. Ces figures nous pa-

raissent assez claires pour qu'il soit inutile de les expliquer en détail. Tout y est comparable à ce que nous avons vu chez le *Chiton cinereus*. On voit, figure 17, que le noyau des cellules folliculaires est porté à l'extrémité des expansions vitellines correspondantes, on voit aussi en *e e* la formation de la vacuole périphérique. Comme on peut le constater figure 18, sur un œuf plus près de la maturité, mais qui a été dessiné à un grossissement plus faible que le précédent, l'invagination des cellules folliculaires est très peu considérable et le protoplasma ovulaire abandonne leur région nucléaire sans l'avoir attirée bien loin vers le centre. La surface de l'œuf du *Chiton fascicularis* présente donc à tous les stades un aspect fort différent de celle du *Chiton cinereus*. Les expansions vitellines pendant les premiers âges de l'œuf sont peu développées et, chez l'œuf adulte, la rétraction est très faible ; mais tous les phénomènes sont conçus sur un même plan.

Nous devons, en terminant, nous demander quel nom mérite le tégument qui revêt l'œuf mûr des Chitons. On doit évidemment lui conserver le nom d'enveloppe folliculaire, car il n'est autre chose que le produit d'une transformation directe de cette enveloppe qui méritait évidemment chez le jeune œuf le nom de follicule. Les termes *coque* ou *chorion* ne sont pas applicables ici, car ils indiquent une origine tout à fait différente.

III

DISCUSSION DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES AUTEURS [1].

Je dois dire tout d'abord que les deux espèces de Chiton que j'ai observées sont dioïques ; je n'ai jamais rencontré de spermatozoïdes

[1] Kowalevsky, dans son mémoire sur l'embryogénie du *Chiton Polii*, indique les auteurs qui ont étudié les enveloppes de l'œuf des Chitons. Je ne pense pas qu'aucun de ces travaux ait aujourd'hui un grand intérêt. Je regrette cependant de n'avoir pu me procurer le travail de Löven (1856, *Archiv für naturgeschichte*), bien qu'il remonte déjà à une date reculée, et qu'il ne soit cité ni par Jhering ni par Sabatier.

dans l'ovaire. Mes observations sur ces deux points concordent parfaitement avec celles de Jhering et de Sabatier.

Si nous suivons pas à pas Jhering[1] dans sa description, il nous paraît que les aiguillons décrits par lui sur la membrane de l'œuf du *Chiton squamosus* correspondent aux poches ou saillies folliculaires soulevées par le vitellus que nous avons décrites chez le *Chiton cinereus*. Jhering les décrit de la façon suivante : « Ces aiguillons sont prismatiques à cinq pans, presque cylindriques, et sont terminés en haut par une tête évasée en une coupe, dont les bords présentent cinq dents. » Il doit y avoir un noyau au fond de la coupe, ce que ne dit point Jhering. De plus, contrairement à son opinion, ces aiguillons doivent présenter un canal central.

Je crois devoir reproduire ici la description que Jhering donne de la *coque* du *Chiton fascicularis*. J'emprunte à M. Sabatier sa traduction : « Le *chorion* ou *coque* du *Chiton fascicularis* est bien différent de celui du *Chiton squamosus*. Là, les saillies en aiguilles font à peu près défaut. La coque, assez épaisse, est irrégulière comme surface et comme épaisseur, et est parcourue irrégulièrement par de nombreux sillons. La substance de la coque n'est pas homogène, car elle renferme de nombreuses vacuoles.

« *En dehors, sur la coque, est appliquée directement une membrane délicate, anhiste, que l'on peut apercevoir encore sur l'œuf mûr*, et dans laquelle sont contenus un petit nombre de noyaux allongés, et aplatis. La coque est immédiatement appliquée sur la masse granuleuse du vitellus, qui manque de membrane vitelline. Sur les œufs tout à fait jeunes, au contraire, cette membrane *anhiste* à noyaux recouvre directement la surface de l'œuf, de telle sorte que la coque fait complètement défaut entre les deux. On peut conclure de là, dit expressément Jhering, que la coque est formée par cette membrane anhiste ou membrane folliculaire et il faut par suite la désigner comme chorion. Chez le *Chiton squamosus*, les œufs jeunes, encore

[1] Jhering, *Beitrage zur kenntniss der Anatomie von* Chiton (*Morphologisches Jahrbuch*, t. IV).

dépourvus de pointes, sont également entourés d'une membrane folliculaire proprement dite, que l'on ne peut plus apercevoir sur l'œuf mûr. »

Je reprends point par point la citation de Jhering. Si l'on compare sa description de la *coque* du *Chiton fascicularis* à la mienne, on voit qu'il n'a eu aucune idée de son mode de développement et de sa véritable structure. Il n'a pas reconnu que les saillies peu développées que l'on voit à la surface de l'œuf, dans cette espèce, constituent un des extrêmes d'une série dont l'autre extrême est représenté par l'œuf du *Chiton squamosus*. Les appendices de la membrane ovulaire de l'œuf du *Chiton cinereus* représentant l'intermédiaire entre les simples rugosités du *fascicularis* et les aiguillons du *squamosus*. Il croit qu'il y a autour de l'œuf jeune du *Chiton fascicularis* une membrane folliculaire anhiste. J'ai, je l'espère, démontré suffisamment sa structure cellulaire ; d'ailleurs les figures de Jhering sont absolument insuffisantes. Le terme *membrane folliculaire* qu'il emploie pour désigner la membrane périovulaire pourrait faire croire qu'il a compris sa véritable origine ; mais il ne fournit aucune observation précise sur son développement. Cependant, il faut le reconnaître, il est sur ce point très près de la vérité. Il est aussi exact, lorsqu'il affirme que l'œuf ne possède pas de membrane vitelline ; mais nous ne sommes plus de son avis lorsqu'il nous dit que, dans l'œuf adulte, la *coque* existe au-dessous de la membrane anhiste aux dépens de laquelle elle se serait formée. La *coque*, nous l'avons vu, n'existe pas en réalité, elle se confond avec la membrane folliculaire épaissie et invaginée. Ce que Jhering a pris pour une membrane anhiste enveloppante n'est autre chose que la projection optique des bords du cratère d'invagination ou des rebords qui surplombent les plis secondaires de la membrane. Il est impossible de tomber dans cette erreur, lorsqu'on a suivi le développement tout entier. Rien n'est plus facile au contraire, lorsqu'on se trouve de prime abord en présence des membranes fortement invaginées et complètement affaissées. Jhering dit enfin que la membrane folliculaire n'est plus indiquée

dans l'œuf mûr du *Chiton squamosus*. Nous n'avons pas vu les œufs de cette espèce, mais il est infiniment probable que la *coque* de ces œufs est construite sur le même plan que chez les autres Chitons, et ce plan était inconnu à Jhering.

Nous arrivons maintenant à la discussion du mémoire de M. Sabatier[1]. Cet auteur a surtout étudié le *Chiton Polii* (*Philippi*) qu'il croit être le même que le *Chiton squamosus*. Le premier point de l'ovogénèse indiqué par Sabatier soulève une objection capitale. « Les ovules, dit-il, font saillie à la surface de l'ovaire, dans sa cavité. *Ils sont entourés par une membrane anhiste très délicate, qui est une dépendance du tissu conjonctif des parois de l'ovaire*, et que Jhering considère à tort comme devant donner naissance à la coque ou chorion. A mesure que l'œuf grossit, il se dégage peu à peu de la paroi ovarienne à laquelle il reste rattaché et suspendu par un court pédoncule formé par la membrane anhiste que nous venons de voir. » Nous avons montré par des preuves qui nous semblent irréfutables, au moyen du nitrate d'argent, méthode non employée par M. Sabatier, que la membrane folliculaire avait une structure cellulaire et nous avons vu aussi, par la méthode des coupes, dont M. Sabatier ne s'est point servi davantage, que cette membrane est constituée par l'épithélium ovarien entraîné par l'œuf et modifié. Ces phénomènes, il faut le reconnaître, rentrent dans le cadre de l'immense majorité des faits connus.

Pour que la membrane anhiste, qui, d'après M. Sabatier, entoure l'œuf, soit une dépendance du tissu conjonctif de l'ovaire il faut admettre que l'œuf se développe dans l'intérieur de ce tissu conjonctif. M. Sabatier figure chez les ascidies une membrane semblable. Il admet que les œufs s'y forment aux dépens des cellules interstitielles du tissu conjonctif de la paroi. Il faut donc supposer qu'il admet chez les Chitons une pareille origine de l'œuf. J'ai suivi l'évo-

[1] Sabatier. *La constitution de l'œuf et de ses enveloppes chez les Chitonides.* Montpellier, 1886.

lution de l'œuf chez les Chitons, chez le *Cyclostoma elegans* chez plusieurs Pulmonés, et je puis affirmer que, chez ces animaux aussi bien que dans l'immense majorité des cas que nous fournit la bibliographie, les cellules sexuelles se développent aux dépens d'un épithélium germinatif et non pas aux dépens des cellules conjonctives interstitielles de la paroi ovarienne.

Chacune des saillies coniques que Jhering a décrites sans indiquer leur mode de développement, présenterait cinq soubassements coniques renfermant chacun un noyau[1] éphémère. Chacun d'eux représenterait, pour M. Sabatier, une cellule. Seule la saillie centrale se développerait ; on y voit un noyau placé à une hauteur variable. C'est bien là le noyau qui a échappé à Jhering et qui doit se trouver chez l'adulte au fond de la coupe terminale que ne décrit pas M. Sabatier. Ce savant admet que tous ces noyaux seraient dus à des corpuscules chromatinés qui se développeraient dans le vitellus, au voisinage, mais indépendamment de la vésicule germinative et de la tache, et qui, se portant du centre de l'œuf vers la périphérie, sortiraient du vitellus et soulèveraient la *membrane anhiste* qui l'entoure. Dans cette description, un seul point est exact, et ces corps colorables n'ont aucun rapport d'origine avec la vésicule germinative. Nous les avons déjà décrits. Je dois ajouter qu'ils ne présentent jamais l'aspect d'un véritable noyau ; ils ne sortent jamais du vitellus, bien qu'on en voie quelques-uns à la surface. Les noyaux du follicule sont contenus dans leurs cellules respectives et ne sont jamais libres entre le vitellus et la membrane. Ces corps se colorent par les réactifs de la chromatine ; mais ne sait-on pas déjà que les meilleurs réactifs de la chromatine colorent les enclaves albuminoïdes du vitellus[2]. Rien, dans la structure de ces enclaves vitellines, ne rappelle un noyau, si ce n'est leur colorabilité. Cela me paraît être un abus des mots, de dire qu'ils sont formés de chromatine, parce que,

[1] Je n'ai rien vu de pareil dans les animaux que j'ai étudiés et je ne puis me prononcer sur ce fait d'ailleurs secondaire que je n'ai pu contrôler.

[2] Carnoy, *Biologie cellulaire et Cytodiérèse des Arthropodes.*

de même que cette substance, ils se colorent par le vert de méthyle, le carmin, le violet de gentiane, et encore toujours d'une façon diffuse. Nous ne pouvons actuellement, à mon avis, désigner sous le nom de chromatine que les substances colorables qui se trouvent dans le noyau ou qui en dérivent d'une façon évidente. Nous ne sommes pas assez avancés pour affirmer l'identité de cette substance, dont la composition et les fonctions sont encore mal connues, avec d'autres corps d'origine différente qui n'ont avec elle que ce caractère commun d'absorber comme elle certains réactifs colorants.

M. Sabatier affirme que ces prétendus noyaux sont, au moment de leur sortie, souvent entourés de protoplasma hyalin. Alors même que l'œuf renferme des granules vitellins, ceux-ci ne sortent pas avec lui. L'auteur compare le phénomène à celui de la formation des globules polaires. Pour lui, cellules folliculaires et globules polaires sont des formations homologues. C'est le corps des cellules folliculaires, qui paraît plus ou moins saillant, suivant les cas et suivant la façon dont il se présente, que M. Sabatier a pris pour du protoplasma hyalin. Dans le cas qui nous occupe, toute homologie entre les globules polaires et les cellules folliculaires doit donc être formellement repoussée.

Nous abordons un point du travail de M. Sabatier, où il est extrêmement difficile de concilier ses observations avec les nôtres. Cette difficulté est encore accrue par cette raison que M. Sabatier et moi, avons étudié des espèces différentes.

« Peu à peu, la masse du protoplasma de la saillie augmente, et cette dernière tend à s'accroître. Mais la membrane capsulaire anhiste s'oppose à ce que la saillie s'élève perpendiculairement à la surface de l'œuf, et cette dernière est obligée de se courber et de se coucher à la surface du vitellus, où elle prend la forme et l'aspect d'un panache fortement incliné et rabattu (pl. XII, fig. 15, 16, 17). La membrane anhiste, soulevée, se distingue fort bien, et on peut aisément juger de son influence sur la forme actuelle des saillies.

« Le noyau de la cellule folliculaire s'est éloigné de la surface de l'œuf et est remonté vers le sommet de la saillie. Si, à ce moment, l'œuf est observé après un séjour dans l'eau de mer suffisant pour que, par endosmose ou autrement, la membrane anhiste se soit rompue, les pointes folliculaires se redressent, et l'œuf prend l'aspect représenté pl. XII, fig. 5, dans lequel les saillies, redressées, mais molles, un peu irrégulières, claires, séparées du vitellus coloré par une surface encore indécise et irrégulière, renferment un noyau placé vers le sommet et pourvu d'un nucléole évident. »

L'observation attentive du texte de M. Sabatier me porte à croire que, dans l'observation du développement des saillies, il n'a pas distingué nettement les mamelons primordiaux, dus à la présence du corps des cellules folliculaires, des saillies sous-jacentes, formées plus tard par l'expansion du vitellus.

Le mouvement d'expansion du vitellus, qui distend les cellules folliculaires, et sa rétraction, qui en produit l'invagination, ont complètement échappé à M. Sabatier, qui décrit, comme des phases du développement de ses cellules folliculaires des stades où la rétraction est déjà complète. Sa prétendue membrane anhiste enveloppante n'est autre chose, à mon avis, que la projection optique des bords du cratère, qui se continuent avec la partie basale de la cellule folliculaire. Cette partie basale semble passer, comme un pont, sur la saillie folliculaire, située dans un plan de vision inférieur. On a donc l'illusion d'une membrane générale enveloppante ; mais ce n'est là qu'une illusion.

Quant aux noyaux qui entreraient à la base des grandes saillies, je n'en puis parler, car je n'ai rien vu de semblable dans les deux Chitons que j'ai étudiés. M. Sabatier admet, pour ces noyaux situés à la base des grandes saillies, la même origine intra-vitelline et la même expulsion. Ce procédé de formation, indiqué par M. Sabatier, avec quelques réserves, il est vrai, n'est certainement pas celui qui donne naissance à ces noyaux, s'ils existent.

« La membrane anhiste se romprait ensuite ; les œufs tombe-

raient dans l'ovaire, et leurs saillies se redresseraient. » Nous avons vu que, chez le *Chiton cinereus*, l'œuf devient libre non pas par déhiscence, mais par la rupture d'un pédicule nettement différencié, qui se continuait avec la paroi ovarienne, et qui se brise au point de contact. Si la *membrane anhiste* paraît à M. Sabatier avoir disparu, c'est qu'il a observé des œufs, sans avoir suivi l'évolution entière, à un moment où les saillies folliculaires étaient évaginées et où le phénomène optique dont il a été parlé ne pouvait, par conséquent, pas se produire. Nous avons eu l'occasion de constater ce phénomène de l'évagination dans les œufs adultes du *Chiton cinereus*. M. Sabatier voit ensuite reparaître une membrane anhiste, qu'il ne veut pas confondre avec la première. Il me paraît évident que, suivant que les cellules folliculaires s'invaginent ou s'évaginent, phénomène qui paraît être sous la dépendance de l'imbibition et de l'osmose, la membrane enveloppante apparaît ou disparaît successivement.

M. Sabatier pense que, malgré des différences extérieures, au premier abord très sensibles, la *coque* du *Chiton fascicularis* se développe de la même façon que celle du *Chiton Polii* ou *squamosus*. Je partage absolument cette manière de voir ; le *Chiton cinereus* peut servir de transition entre ces formes d'évolution extrêmes, que l'on rencontre chez le *fascicularis* et le *Polii* ; mais cette évolution commune est, je crois l'avoir démontré, fort différente de celle qui est indiquée par M. Sabatier.

J'arrive enfin aux observations de cet auteur sur le noyau. Il a rencontré d'ordinaire un nucléole ; quelquefois il en a vu quatre ou cinq ; mais il ne dit rien de la structure compliquée que présente souvent le nucléole. Il a vu que le nucléole, situé en dehors d'un réseau de granulations présentant un amas de principal, est toujours beaucoup plus réfringent et plus colorable que le réseau. Il conclut fort justement, pour l'œuf adulte : « que le nucléole et le réseau nucléaire ne sont point composés de substances identiques, et que ce dernier, même à l'état de sphère, ne cesse pas de se distinguer du nucléole. » Nous ne pouvons admettre complètement cette conclusion. De ce

que le nucléole et le réseau nucléaire, complètement distincts chez l'adulte, ne se présentent pas avec des caractères identiques, on n'en peut conclure que le nucléole ne soit formé par l'agglomération progressive de la chromatine, mêlée au réseau karyoplasmique. C'est ce que M. Guignard et bien d'autres observateurs ont nettement établi ; c'est un processus que nous avons déjà indiqué nous-même, dans le courant de ce travail, et constaté chez d'autres animaux.

IV

CONCLUSIONS.

J'ai démontré que, contrairement à l'opinion de M. Sabatier, l'œuf se développe aux dépens de l'épithélium germinatif tapissant l'ovaire ; que la membrane qui l'entoure est à tous les moments composée de cellules nucléées, provenant de la transformation des cellules sœurs de l'œuf. Cette enveloppe mérite donc le nom de *membrane folliculaire*. C'est la seule qui, contrairement aux opinions de Jhering et de Sabatier, existera jamais autour de l'œuf. On doit donc lui laisser ce nom, alors même qu'elle est épaissie et qu'elle présente un tout autre aspect. Les termes *coque* et *chorion* indiquent une origine très différente.

J'ai, par le fait même, montré que les enclaves vitellines colorables, probablement de nature albuminoïde, ne prennent aucune part à la formation des noyaux de la membrane. Je suis arrivé à la même conclusion en employant la méthode des coupes et l'imprégnation au nitrate d'argent.

J'ai décrit, le premier, avec soin, des faits très curieux, qui ont échappé à MM. Jhering et Sabatier : la formation des expansions vitellines et leur rétraction. Ces expansions, qui augmentent considérablement la surface de l'œuf, pendant son développement, et qui donnent naissance à la *coque* des auteurs, par la transformation de la membrane folliculaire, peuvent être considérées comme la plus

haute expression de la faculté que semblent posséder tous les œufs d'émettre des expansions amiboïdes.

J'ai décrit et interprété les apparences compliquées qui existent dans la membrane de l'œuf mûr.

J'ai enfin fourni, sur la structure du noyau, quelques observations qui seront reprises dans un travail ultérieur.

Dans la partie critique de mon mémoire, j'ai exposé les opinions des auteurs et expliqué, je crois, toutes les divergences d'interprétation qui existent entre eux et moi.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Fig. 1. Fragment de l'ovaire du *Chiton cinereus* fixé par le réactif chromo-acéto-osmique (formule de Fol), coloration au picro-carmin. Gross., 255 D.

On voit en *a*, la membrane cellulaire qui entoure l'œuf. On y distingue très nettement ses noyaux et les plis qu'elle présente.

2. Coupe de l'ovaire du *Chiton cinereus*. Fixation par l'acide azotique à 3 et demi pour 100. Coloration par l'hématoxyline alunée aqueuse. Gross., 660 D.

a, repli saillant dans la cavité de l'ovaire ; *b*, *b*, œufs arrivés à un degré assez avancé de leur évolution ; *c*, *c*, *c*, *c*, œufs plus jeunes ; *d*, *d*, œufs très jeunes au milieu de l'épithélium germinatif ; *k*, *k*, cellules folliculaires peu modifiées ; *k' k'*, cellules folliculaires très modifiées entourant les gros œufs.

3. Coupe de l'ovaire du *Chiton cinereus*. Même traitement que ci-dessus. Gross., 760 D.

Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

4. Œuf du *Chiton cinereus* fixé par le réactif chromo-acéto-osmique de Fol ; coloré par le picro-carmin. Gross., 255 D.

a, pédicule de l'œuf ; *b*, l'une des expansions vitellines de l'œuf ; *c*, noyau de la cellule folliculaire correspondante ; *d*, enclave albuminoïde dans le cytoplasma ; *e*, noyau ; *f*, nucléole.

5. Coupe d'un œuf de *Chiton cinereus* un peu moins avancé que le précédent faite perpendiculairement à son grand axe. Acide azotique, 3 et demi pour 100 ; hématoxyline. Gross., 660 D.

a, coupe d'une cellule folliculaire passant par son noyau ; *b*, coupe d'une cellule folliculaire très voisine du noyau, mais ne le rencontrant pas.

6. Œuf de *Chiton cinereus* vu de face ou d'en haut. Fixation par le réactif chromo-acéto-osmique ; coloration par le carmin aluné.

a, noyau ; *b*, nucléole ; *c*, noyau d'une des cellules folliculaires ; *d*, l'une des expansions vitellines de l'œuf.

FIG. 7. OEuf de *Chiton cinereus* vu de face. Fixation par le réactif chromo-acéto-osmique de Fol; coloration au picro-carmin.

a, noyau; *b*, nucléole; *c*, noyau d'une des cellules folliculaires; *d*, une des expansions de l'œuf.

8. OEuf de *Chiton cinereus* vu de profil. Même traitement. *a*, noyau; *b*, nucléole; *c*, noyau d'une des cellules folliculaires; *d*, une des expansions de l'œuf; *e*, *e*, vacuoles; *k*, pédicule de l'œuf.

9. OEuf de *Chiton cinereus* vu de face. Même traitement.

Les expansions vitellines sont arrivées à leur maximum de développement. N'ont été dessinées que celles qui se trouvaient dans un même plan de vision. Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

10. OEuf de *Chiton cinereus*. Même traitement; vu de face.

L'œuf a commencé à rétracter ses expansions qui sont moins développées que dans la figure précédente. Les lettres conservent la même signification.

11. OEuf de *Chiton cinereus* vu de profil. Fixation par les vapeurs d'acide osmique; coloration au picro-carmin. Gross., 255 D.

Le mouvement de rétraction des expansions vitellines s'est accentué. *c*, noyau des cellules folliculaires; *e*, *e*, vacuoles périphériques; *p*, *p*, bords du cratère en voie de formation; *k*, pédicule de l'œuf.

12. OEuf de *Chiton cinereus* vu de face. Fixation par les vapeurs d'acide osmique; coloration au picro-carmin. Gross., 255 D.

Le mouvement de rétraction des expansions de l'œuf s'est encore accentué. Les lettres conservent la même signification.

13. OEuf complètement développé du *Chiton cinereus*. Fixation par le mélange chromo-acéto-osmique de Fol; coloration au picro-carmin. Gross., 255.

Les expansions de l'œuf se sont complètement rétractées; l'œuf est devenu sphérique.

a, l'une des cellules de la membrane folliculaire ayant repris l'aspect qu'elle présentait à la fin du mouvement de rétraction de l'expansion vitelline correspondante; *c*, noyau de cette cellule folliculaire placé au fond du cratère dont les bords sont indiqués par la lettre *p*, ; *a' a' a'*, cellules de la membrane folliculaire entourant chacune une des expansions de l'œuf et qui se sont affaissées après leur rétraction. On voit en *p'*, *p'*, *p'*, des coupes optiques de la membrane folliculaire invaginée et plissée, passant comme des ponts au-dessus des plis et donnant l'illusion d'une membrane enveloppante anhiste; *k*, pédicule de l'œuf avec des noyaux atrophiés.

14. Figure représentant schématiquement les transformations qui se passent dans l'œuf et la membrane folliculaire.

15. Fragment d'ovaire du *Chiton fascicularis;* imprégnation au nitrate d'argent. Gross., 200 D.

On voit sur le fond de l'épithélium ovarien, représenté par les membranes de ses cellules, des œufs à tous les stades de développement et

tous revêtus d'une enveloppe cellulaire décelée par les membranes des cellules composantes.

Fig. 16. L'un des œufs préparés de cette façon et dont le pédicule a été brisé. Gross., 245 D.

a, noyau de l'œuf ; *b*, nucléole.

17. Œuf de *Chiton fascicularis* vu de face. Fixation par le liquide chromo-acéto-osmique de Fol ; coloration au picro-carmin.

b, nucléole de l'œuf; *c*, noyau d'une des cellules folliculaires ; *ee*, vacuoles.

18. Œuf de *Chiton fascicularis* vu de profil. Gross., 140 D.

c, noyau de l'une des cellules folliculaires; *ee*, vacuoles.

19. Nucléoles de *Chiton fascicularis* préparés par la méthode de Bizzozero. Gross., 660 D.

20. Noyau d'un œuf de *Chiton fascicularis* fixé par le réactif chromo-acéto-osmique; coloré par la méthode de Bizzozero.

RAPPORT

A M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

SUR

UNE MISSION DANS LA MER ROUGE

(ILE DE KAMARANE)

ET DANS LE GOLFE D'ADEN

(ADEN ET GOLFE DE TADJOURA)

PAR

L. FAUROT

(Octobre 1885 à mars 1886.

FAUNE TERRESTRE.

Il est prouvé que la faune terrestre de la partie de l'Afrique située au sud du Sahara (région éthiopienne) se rattache de la façon la plus nette à celle de l'Arabie, et que les mêmes espèces se retrouvent des deux côtés de la mer Rouge ; « ce qui vient à l'appui de l'opinion d'après laquelle cette mer se serait creusée à une époque relativement récente[1] ». Cette opinion peut s'appliquer également et pour des motifs semblables aux deux côtés, africain et arabique, du golfe d'Aden. Une assez grande étendue du littoral africain de ce golfe (Obock, Tadjoura, Goubbet Kharab), ainsi que nous l'exposons dans la partie géologique de ce rapport (*Bulletin de la Soc. géol. de France*, 1888), offre une constitution identique à celle des bords de la mer Rouge, et en outre, nos recherches tendent à démontrer que sa faune terrestre a une grande ressemblance avec celle de l'Arabie.

[1] Article : Arabie. *Grande Encyclopédie.*

Sur les dix-sept Orthoptères que j'ai recueillis, onze avaient été déjà trouvés en Arabie, Syrie, Asie Mineure (docteur Bonnet, journal *le Naturaliste*, 1886). Sur sept Arachides, deux : *Thanatus rubicundus*, *Artemia mauritia*, n'ont pas encore été signalées en Arabie. Les cinq autres espèces (trois nouvelles) sont communes à l'Afrique et à l'Arabie. Une d'entre elles, le *Phryniscus Deflersi*, était nouvelle pour l'Afrique, lorsque, peu de temps après mon départ d'Obock, elle fut trouvée à Aden, sur le sommet du Cham-Cham, par le savant botaniste M. Deflers auquel je l'ai fait dédier (E. Simon, *Bulletin de la Soc. zool. de France*, 1887). Une étude spéciale des Coléoptères du territoire d'Obock avait été faite avant mon voyage (Fairmaire, *Ann. Soc. entom.*, 1885). Mes récoltes ont cependant permis à M. Bedel d'ajouter un certain nombre d'espèces[1] (deux nouvelles), qui manquaient à la liste déjà publiée. La plupart de ces Coléoptères du littoral du golfe de Tadjoura existent en Arabie. Les Lépidoptères au nombre de trois seulement : *Danaïs dorippus*, *Defopega pulchra*, *Diadema misipus*, sont cosmopolites.

La flore (herbier de cent cinq espèces phanérogames, trois nouvelles, *Journal de botanique*, 1887, A. Franchet) présente avec celle de l'Arabie de moins grandes affinités que la faune. Elle en offre au contraire de nombreuses avec celle du pays des Çomalis. Les algues (vingt-six espèces) ont été publiées par M. Ed. Bornet (*Journal de botanique*, 1888).

FAUNE MARINE.

Mes récoltes de zoologie marine comprennent deux cent dix coquilles appartenant à autant d'espèces différentes (sept nouvelles, un genre nouveau) de mollusques (*Bulletin de la Soc. zoolog. de*

[1] Ce sont : *Glycia sp. ornatœ affinis*, *Bradysomus festivus*, *Dermestes vulpinus*, *Scarabœus cornifrons*, *Calypterus bucephalus*, *Adesmia miliaris*, *Adesmia reticulata*, *Dichostates strigifrons*, *nov. sp.*, *Plocederus denticornis*, *Belodera densevestita*, *nov. sp.* (L. Bedel, *Ann. Soc. entom. de Paris*, 1888.)

France, 1888) ; cinquante et un Polypiers (une nouvelle espèce [2]) et

[1] Ile de Kamarane.

Galaxea irregularis	M.Edw., J. H.	Galaxea longissima.....	M.Edw.,J.H.*
Galaxea fascicularis	*id.*	Galaxea Lamarki.....	*id.* *

Galaxea anthophyllites, sp. nov.— J'ai désigné ainsi cette espèce en raison de son aspect extérieur, qui rappelle celui d'un oculinide, le *madrepora anthophyllites* d'Esper, tab. LXII. — Caractères : polypier fasciculé, corymbiforme. Polypiérites, les uns divergents, les autres coalescents. Bourgeonnement très irrégulier, se produisant sur toute la surface extérieure du périthèque et des polypiérites, les calices exceptés. Des polypiérites peuvent s'isoler de la colonie en rompant leur base, comme chez le *Blastotrochus*.— Longueur de la partie libre des polypiérites, 3 à 6 centimètres. Diamètre des calices, 4 à 8 millimètres. Côtes légèrement marquées à la partie supérieure des polypiérites. 3 cycles. Columelle nulle dans la partie supérieure des polypiérites; à la partie inférieure, les cloisons se soudent au centre, mais sans former de pseudo-columelle. Cloisons débordantes. Traverses endothécales simples et peu abondantes.

Cœloria Forskeliana....	M.Edw., J. H.	Clausastræa Savignyi ...	M.Edw.,J.H.*
Cœloria lamellina	*id.*	Mussa cristata.....	Expér. Klutz.
Cœloria astræiformis....	*id.*	Trachyphyllia Geoffroy?.	Expl. Egypt. Savigny.
Helastræa Forskeliana..	*id.*		
Sarcinula perforata	Lamark. *	Siderastræa pulchella...	M.Edw., J. H.
Fungia patella.....	M.Edw., J. H.	Astræa cavernosa.....	Quendstet. *
Stylophora digitata var. coalescens	Dana.	Prionastræa profundicella.....	Klutz.
Stylophora pistillata var. elongata.....	Klutz.	Pocillopora damicornis..	M.Edw., J. H.
Stylophora species.....?		Porites lutea.....	*id.*
Madrepora tuberculosa..	M.Edw., J.H.	Porites conglomerata...	*id.*
		Porites columnaris.....	Klutz.

OBOCK.

Fungia scutaria	M.Edw., J. H.	Hydnophora lobata	M.Edw., J. H.
Fungia echinata et patella.	*id.*	Seriatopora caliendrum .	*id.*
Fungia Erhenberghi....	*id.*	Turbinaria mesenterina.	*id.*
Goniastræa retiformis...	*id.*	Mussa corymbosa.....	*id.*
Millepora plicata.....	*id.*	Porites modifera	Klutz.
Millepora verrucosa.....	*id.*	Porites solida.....	Forsk., Klutz.
Pocillopora damicornis..	*id.*	Porites conglomerata...	M. Edw., J. H.
Madrepora superba	Klutz.	Porites alveolata	*id.*
Madrepora specifera	Dana.	Echnopora Hemprichi ..	*id.*
Madrepora verrucosa....	M.Edw., J. H.	Leptoria phrygia.....	Dana.
Montipora rus.....	*id.*	Synaræa lutea	Verill., Klutz.
Montipora tuberculosa..	*id.*	Cœloria labyrinthiformis.	M.Edw., J. H.
Cyphastræa Bottæ.....	*id.*	Cœloria Bottæ.....	*id.*
Lophoseris cactus	*id.*	Heliastræa Forskœliana.	*id.*
Favia Okeni.....	*id.*	Galaxea fascicularis.....	*id.*

* Les cinq espèces marquées d'un astérisque n'ont été trouvées que subfossiles.

environ deux cents espèces d'invertébrés et quelques poissons, conservés pour l'étude dans l'alcool. La répartition géographique d'un grand nombre de ces invertébrés justifie les conclusions auxquelles les naturalistes ont été amenés en se basant exclusivement sur l'étude des mollusques. La mer Rouge, ainsi que le golfe d'Aden, sont compris, au point de vue malacologique, dans la province indo-pacifique. Il ne paraît pas douteux que cette division de géographie zoologique soit applicable à tout l'ensemble de la faune marine. C'est ainsi que j'ai pu constater que plusieurs espèces signalées seulement dans la mer Rouge se trouvaient également dans le golfe d'Aden (océan Indien)[1]; et il est probable que des recherches plus complètes que les miennes démontreront que cette mer, au point de vue de sa faune comme au point de vue géographique, est un golfe de l'océan Indien.

Parmi les deux cent dix espèces de coquilles de mollusques provenant de l'île de Kamarane, du golfe de Tadjoura et de la presqu'île d'Aden, il ne s'en trouve aucune appartenant à la faune méditerranéenne. Il est du reste démontré (Fischer, *Man. Conchyl.*, p. 159) que les deux faunes malacologiques de la Méditerranée et de la mer Rouge ont une dissemblance aussi tranchée que possible. Parmi les deux cent dix espèces sont comprises celles que j'ai trouvées à l'état subfossile dans les calcaires quaternaires. Ces espèces subfossiles sont toutes connues comme vivantes encore dans les eaux de la mer Rouge ou de l'océan Indien, une nouvelle espèce exceptée[1]. Même re-

[1] Les Coralliaires : *Xenia umbellata, Ammothea virescens, Alcyonium sphærophora, Tubipora purpurea, Discosoma flavo-viridis, Lophoseris cactus, Favia Okeni, Cœloria Bottœ, Fungia Erhenbergi, Cyphastrœa Bottœ, Montipora rus, Fungia scutaria subfoss., Heliastræa Forskœliana, subfoss.*; — les Échinodermes : *Culcita coriacea, Asterina wega, Phyllophorus Franenfeldi*; — le Géphyrien *Pharcolosoma longicolle*, n'avaient été signalés que dans la mer Rouge; je les ai recueillis dans le golfe de Tadjoura (manche d'Aden). Dans la même localité, se trouvent des espèces signalées dans des mers très éloignées de la mer Rouge : *Sarcophyton lobatum* (Océanie, Lenon), *Thalassema erythrogrammon* (Batavia, Sluiter), *Ophidiaster chinensis* (Canton, Perrier), *Synapta grisea* (Malaisie, Semper).

[2] M. le docteur Jousseaume a pu compléter à l'aide de ces 210 espèces un travail important qui sera publié cette année 1888 dans le *Bull. Soc. zool. de France*.

marque s'applique aux polypiers subfossiles, aucun d'entre eux ne peut être considéré comme ayant disparu des mers actuelles. Les polypiers les plus fréquents dans les calcaires quaternaires de l'île de Kamarane sont : *Galaxea Lamarki*, *G. longissima*, *G. irregularis*, *Cœloria Forskœliana*, *C. astræiformis*, *C. Esperi*, *Heliastræa Forskœliana*, *Mussa cristata*, *Clausastræa Savignyi*, *Fungia patella*, *Astræa cavernosa*. Cette dernière espèce (Quenstedt Miln. Edw., J. H.) n'avait été signalée que dans la mer des Antilles. Les polypiers des terrains quaternaires du littoral du golfe de Tadjoura, ayant subi un degré plus considérable d'altération, sont d'une détermination plus difficile que ceux de Kamarane. Cependant, on reconnaît l'*Heliastræa Forskœliana* qui forme des sphères de près de 1 mètre de diamètre (falaise ouest de l'oued Obock), *Galaxea fascicularis*, *Goniastræa retiformis*, *Fungia scutaria*, *F. echinata*. Les millépores et madrépores, souvent très nombreux à la surface du sol, sont indéterminables.

Les Echinodermes subfossiles déterminés par M. Cotteau sont tous représentés actuellement par les mêmes espèces vivantes dans la mer Rouge ou l'océan Indien : *Hipponoe variegata*, *Echinometra lucenter*, *Heterocentrotus mamillatus*, *Maretia planulata*, *Clypeaster humilis*, *Laganum depressum*.

On pourrait attribuer à la longue période de temps qui s'est écoulée depuis l'accomplissement des phénomènes (soulèvement, alluvions du Nil) qui ont isolé, à l'époque miocène, les deux mers intérieures, mer Méditerranée et mer Rouge, l'extraordinaire dissemblance de leur faune. On pourrait également l'attribuer à une différence de température et de salure de ces deux mers ; différence qui pouvait exister avant même la formation de l'isthme de Suez et constituer dès cette époque un obstacle au mélange des faunes. Quoi qu'il en soit, la percée du canal de Suez (1870) a permis à quelques espèces [1] de passer de l'une à l'autre extrémité du canal,

[1] Dans le canal de Suez, à la première gare d'eau en partant de Port-Saïd, j'ai trouvé : *Mactra isthmia* de la mer Rouge, *Cardium edule* et *Tapes decussata* de la Méditerranée. M. Keller, de Zurich (*Nature*, déc. 1882), signale comme ayant passé

mais le nombre connu est encore si infime et la distance qui les sépare de leur point d'origine est si réduite, que la constatation de ce fait a peu d'importance. En aurait-on trouvé un plus grand nombre, il resterait à prouver que ces migrations ne sont pas stériles et ne sont pas entretenues par des migrations nouvelles.

Le passage des animaux de l'une à l'autre mer est du reste entravé par plusieurs conditions défavorables dont voici l'énumération : 1° le mouvement de l'hélice des gros bâtiments trouble l'eau du canal en agitant la vase du fond ; 2° le remous très violent qui se produit sur les deux berges pendant la marche des navires ; 3° l'étroitesse et l'ensablement du canal et les dragages très fréquents qu'ils nécessitent ; 4° la traversée du lac Timsah, dont la salure est extrême, puisque les ancres des navires qui y mouillent ramènent quelquefois des blocs de sel.

Une seule cause peut favoriser les migrations ; ce sont les courants qui s'établissent alternativement dans le canal de Suez : « En été, les vents du nord chassent les eaux de la Méditerranée vers la mer Rouge, et en hiver, les vents du sud poussent les eaux du golfe de Suez vers celui de Peluse ; environ 400 millions de mètres cubes d'eau passent et repassent ainsi pendant chaque saison dans le canal avec une vitesse variable de 15 à 60 centimètres par seconde (de Lesseps, *Journ. officiel*, 28 juillet 1878).

de la Méditerranée à Suez : *Solen vulgaris, Umbrina cirrhosa, Labrax lupus, Balanus miser, Ascidia intestinalis.* Quelques espèces méditerranéennes seraient en voie d'émigrer : *Solen vagina, Cardium edule.* De la mer Rouge auraient passé dans la Méditerranée : *Cerithium scabridum, Mactra olorina, Mytilus variabilis.*]

Une Actinie commune dans la Méditerranée et sur les côtes européennes de l'océan Atlantique : la *Sagartia parasitica*, a été trouvée par Hæckel, à Tor (golfe de Suez), et par moi à Obock. Le pagure commensal de l'espèce trouvée dans cette dernière localité diffère de ceux qui vivent dans les mêmes conditions dans la Méditerranée et dans l'océan Atlantique. J'ai également recueilli dans le golfe de Tadjoura l'*Holothuria impatiens* (Forsk), qui paraît, du reste, avoir une grande aire de dispersion.

OBSERVATIONS

SUR LES RÉCIFS DE POLYPIERS

Une bande presque continue de récifs de polypiers entoure l'île de Kamarane. Ces récifs se révèlent de loin, à marée basse seulement, par une ligne de brisants qu'une distance de 1 à 3 kilomètres sépare de la rive. Les brisants correspondent exactement au bord extérieur de la bande de récifs. De ce bord extérieur, qui est la partie la plus haute de la surface des récifs, l'inclinaison est graduelle jusqu'aux rives de l'île.

D'après Erhenberg et Hemprich[1], qui visitèrent les côtes de la mer Rouge sur une étendue de près de 200 milles, les bancs de polypiers ne sont pas toujours contigus à la côte, ainsi que nous l'avons observé à Kamarane, souvent ils les ont vus disposés en bandes étroites et parallèles éloignées de plusieurs milles de la côte. « Dans la mer Rouge, disent-ils, ces bancs sont recouverts de 1 à 4 mètres d'eau, et au lieu d'être plus élevés du côté extérieur, le plus exposé à la lame, on les voit souvent s'abaisser en pente douce vers le fond de la mer. »

Le banc de polypiers de Tor (golfe de Suez), le plus septentrional de la mer Rouge, est, au dire d'Erhenberg et d'Hemprich, constamment recouvert de 4 à 8 pieds d'eau : « trois fois aussi long que large, il a une pente graduelle vers la terre ; quant à sa déclivité vers le large, elle est rapide, cependant elle n'est pas perpendiculaire ». Cette description, contrairement à la citation précédente, indique clairement que la surface du récif de Tor présente une plus grande élévation du côté extérieur, le plus exposé à la lame ; elle est cepen-

[1] Erhenberg et Hemprich, *Ueber die natur und bildung der corallenseln und coralenbauken in rothen Meere*, 1834 (Académie de Berlin, Mémoires traduits *in Journal of Bombay branch. Roy. Asiatic. Soc.*, 1843).

dant conforme aux récits de Dana (*Corals and coral's islands*) au sujet des récifs des mers du Sud, aux résultats des recherches faites à Tahiti, à bord du *Challenger* (*Narrative of the cruise*, vol. I, Tahiti), elle est en outre absolument concordante avec nos propres observations recueillies sur deux récifs du port d'Obock : le Laclochetterie et le Surcouf[1] (fig. 1 et 2). Nos observations ont été complétées par les sondages multipliés dont l'indication nous a été fournie par le plan à grande échelle du port d'Obock. Erhenberg et Hemprich étaient loin de rencontrer dans la mer Rouge[2] des conditions aussi favorables; car, probablement en raison de la différence de hauteur des marées, moins considérable dans la mer Rouge que dans le golfe d'Aden, la surface des bancs examinés par eux se trouve, à l'inverse de ceux d'Obock, constamment submergée. Aussi peut-on considérer comme très probable que, de même que dans les mers du Sud, les récifs de la mer Rouge et ceux du golfe d'Aden présentent tous une plus grande élévation du côté du large.

Sur aucune autre partie de la surface du Surcouf et du Laclochetterie, les polypiers massifs ne sont aussi nombreux, ni aussi rapprochés les uns des autres que sur ce bord élevé, et bien que sur le dernier de ces récifs ils restent à découvert durant plus d'une heure pendant la marée basse, ils sont presque tous bien vivants. Le bord de l'atoll Keeling, à marée basse, est, d'après Darwin (*les Iles de corail*, traduct. Cosserat, p. 9), couvert de polypiers « dont les polypes habitant les cavités les plus élevées étaient tous morts, mais en descendant à 4 ou 5 centimètres sur le côté, ils étaient vivants et formaient une bordure saillante autour de la partie supérieure où la vie avait disparu; ainsi arrêté dans sa croissance vers le haut, le corail s'étend latéralement, et beaucoup de ces masses, surtout celles qui sont situées un peu plus loin à l'intérieur, présentent de larges sommet aplatis ou morts ». Sur le bord extérieur du récif le La-

[1] Le Surcouf ne découvre qu'aux très basses mers.

[2] Vive eau. { *Mer Rouge.* Suez, $1^m,80$. — Massaouah et Kamarane, $0^m,90$.
Golfe d'Aden. Obock, $2^m,50$. — Zeïlah, $2^m,55$. Aden, $2^m,60$.

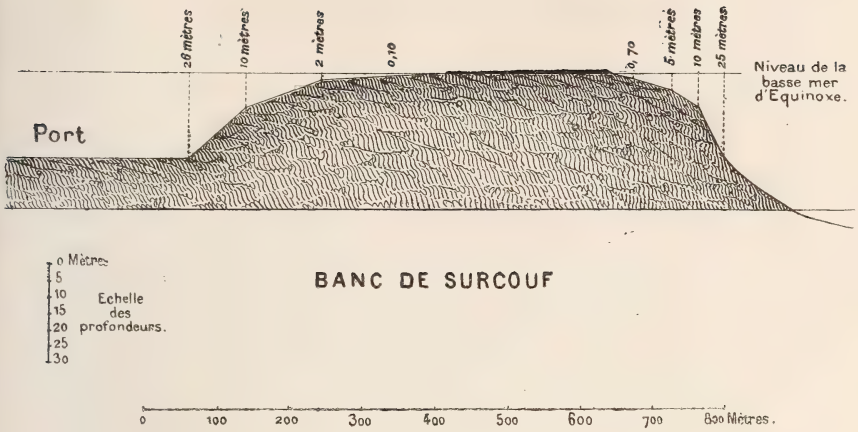

28 mètres
10 mètres
2 mètres
0,10
0,70
5 mètres
10 mètres
25 mètres
Niveau de la basse mer d'Equinoxe.
Port
0 Mètres
5
10
15
20
25
30
Echelle des profondeurs.
BANC DE SURCOUF
0
100
200
300
400
500
600
700
800 Mètres.

Fig. 1

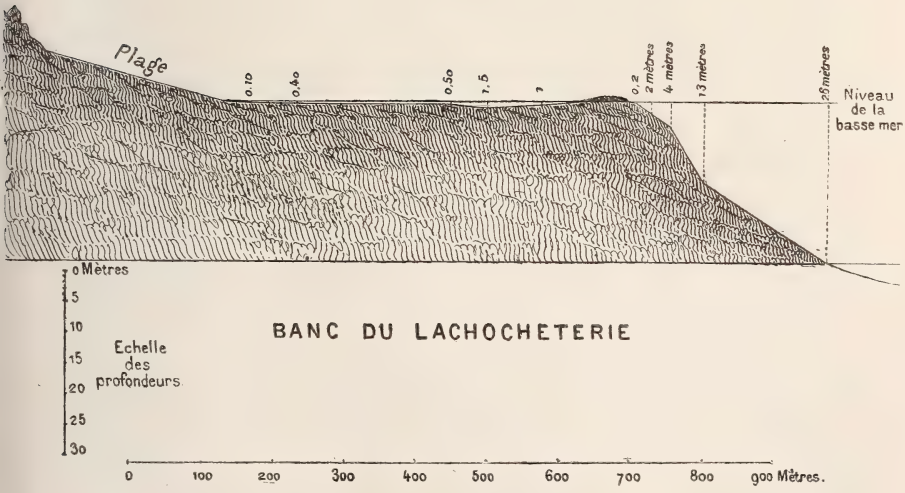

Plage
0.10
0.40
0.50
1.5
0.2
2 mètres
4 mètres
13 mètres
28 mètres
Niveau de la basse mer
0 Mètres
5
10
15
20
25
30
Echelle des profondeurs.
BANC DU LACHOCHETERIE
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900 Mètres.

Fig. 2

clochetterie, les polypiers ainsi conformés sont l'exception, tous ceux dont le sommet est hors de l'eau et dont la base reste immergée à marée basse ont cette base couverte de polypes épanouis, tandis qu'à la partie surpérieure les polypes sont complètement rétractés dans leurs loges. Il en résulte qu'à un examen superficiel le sommet des polypiers paraît privé de vie. Sur le même récif et surtout dans la déclivité séparant la rive du bord extérieur saillant on voit des polypiers (*Porites solida Forsk*) de forme discoïde non fixés au sol, à bases et à sommets aplatis et morts, leur périphérie seule est vivante. Ces polypiers non adhérents sont facilement déplacés par les vagues, de façon à ce que leurs faces aplaties soient tour à tour en contact avec le sol. C'est là sans doute la cause principale de leurs formes discoïdes et de leur accroissement périphérique.

L'élévation du bord extérieur des récifs serait partiellement due, d'après Dana (*Corals and coral's islands*, p. 137 et 236), à l'accumulation sur ce bord de polypiers rejetés par les vagues. Nous n'avons observé aucune accumulation de ce genre. Pendant les mauvais temps, il est vrai, des polypiers entiers ou en fragments (surtout des Madrépores, Pocillopores, Millepores) sont arrachés des profondeurs du large et transportés sur la côte, mais ils ne s'accumulent jamais sur le bord extérieur qui est la partie du récif la plus violemment battue par les vagues; c'est en arrière de ce bord et sur la rive que les polypiers sont rejetés. Si le bord extérieur est la partie du récif la plus exposée au choc de la mer, elle nous a paru être aussi la mieux protégée contre la destruction, grâce au revêtement compact de polypiers massifs qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, y sont beaucoup plus nombreux et beaucoup plus rapprochés qu'en tout autre endroit de sa surface. L'agitation des vagues qui s'y brisent constamment, favorise sans doute leur multiplication. La plus grande élévation du bord extérieur des récifs provient donc, selon nous, de ce qu'il est recouvert d'un manteau protecteur de polypiers massifs, lequel offre toujours une égale résistance, quelle que soit la période de temps écoulée, quelque violente que soit l'agitation de la mer. On

ne peut la rattacher à aucune autre cause : par exemple à une croissance des polypiers en hauteur plus active sur ce bord extérieur [1].

En arrière du bord extérieur, les polypiers ne forment pas un revêtement ininterrompu à la surface des récifs. Ils sont disposés en agglomérations peu élevées (10 à 50 centimètres) recouvrant des étendues très variables. Entre ces agglomérations se trouvent des intervalles absolument stériles, plats et sablonneux. Le sable y est uniquement composé de débris de coquilles et de polypiers, aussi est-il d'un blanc crayeux. Il forme une couche de peu d'épaisseur et repose sur une roche dont la compacité varie d'un intervalle à l'autre. Peut-être l'aurais-je trouvé plus homogène dans la profondeur? mais il ne m'a pas été possible de pratiquer des recherches à cet égard au-delà de la partie la plus superficielle de la roche [2]. A mesure que

[1] On a cru longtemps que par leur croissance les polypiers constituaient « des masses qui allaient toujours en augmentant, que les débris des animaux morts servaient de support aux individus qui leur succédaient immédiatement et qu'eux-mêmes se recouvraient de nouvelles générations vivantes ». (Chamisso, St. Meunier, *Causes actuelles*, p. 357.) Lorsque le récif était d'une hauteur telle qu'il se trouvait presque à sec au moment de la basse mer, les coraux abandonnaient leurs travaux. « A ce niveau, les coraux ne peuvent plus s'employer qu'à réparer les pertes que les vagues font subir au récif en ébréchant ses bords. » (de Lapparent, *Géol.*, 1re édit.) — Cette croyance en l'œuvre merveilleuse des polypiers avait été déjà démentie par Quoy et Gaimard (*Mém. sur l'accroiss. des polyp. lithophytes considérés géologiquement. Ann. sc. nat.*, 1825). Ces deux naturalistes, à la suite de leur voyage sur l'*Astrolabe*, avaient affirmé que les polypiers ne forment que des couches ou suivant leur expression, des *encroûtements :* « Tous ces récifs de Taïti, de l'archipel Dangereux, de celui des Navigateurs, des îles des Amis, etc., *ne sont madréporiques qu'à la surface.* » — En 1834, Erhenberg et Hemprich exprimèrent une opinion analogue au sujet des récifs de la mer Rouge (Mémoire cité). Enfin Guppy (*Nature*, 3 janvier 1884) s'assura que les polypiers des récifs des îles Shortlands forment une *couche qui n'est pas de grande épaisseur*, que cette couche repose sur une plate-forme de calcaire argileux renfermant des débris de Foraminifères, de Ptéropodes, etc.

[2] D'après Erhenberg, le récif de Tor serait formé d'une roche (*modern limestone*) calcaire semblable à celle que l'on trouve sur le continent, au nord de la baie (*Bombay Roy. Ass. Sc.*). Partout où Erhenberg a pu examiner la base des récifs, il a reconnu qu'elle consistait, soit en produits volcaniques, soit en un calcaire très dur, quelquefois poreux et tendre, évidemment composé d'animaux marins agglutinés, mais distincts des coquilles qui vivent au-dessus. Presque toujours en écartant les branches des coraux il a trouvé le calcaire stratifié qui constitue la base des montagnes de la plupart des îles et des pays environnants (d'Archiac, *Progrès de la géologie*, vol. I).

l'on se rapproche du bord extérieur des récifs, plus les agglomérations de polypiers prennent de l'étendue, et plus les intervalles de sable blanc deviennent étroits. Cette remarque se fait aisément lorsqu'on se dirige de la rive au bord extérieur du récif, car au début on choisit instinctivement pour marcher les intervalles sablonneux. Peu à peu, la grandeur de ces intervalles diminuant, on est contraint de poser le pied sur les saillies anguleuses des agglomérations. Chacune de ces agglomérations n'est pas, comme on serait tenté de le croire, entièrement vivante. Un certain nombre de polypiers n'y sont que partiellement recouverts de parties molles. D'autres, complètement dépourvus de leurs colonies, s'y trouvent en débris plus ou moins fragmentés et agglutinés par les algues calcaires et par le sable qui, pénétrant par tous les interstices, comble les vides. Ceux des polypiers qui s'étalent en larges croûtes (*Montipora tuberculosa, Porites alveolata*) en tapissent quelquefois la superficie de la même façon que les algues calcaires. Les Alcyonnaires : *Alcyonium sphærophora, Palythoa mamillata*, sont également encroûtants. Le tout forme ainsi une sorte de conglomérat dans la composition duquel les parties vivantes sont souvent en très petite proportion.

Les algues calcaires sont surtout abondantes dans les endroits le plus longtemps laissés à sec à marée basse ; c'est ainsi qu'au pied de la falaise du cap Obock, sur une surface qui reste hors de l'eau pendant près de quatre heures à chaque marée basse, il existe une couche de Melobesia ayant plusieurs mètres carrés d'étendue [1]. La croissance des divers polypiers est donc plus ou moins gênée par le contact de ceux (morts ou vivants) auxquels ils se trouvent étroitement soudés ; aussi n'est-il pas très fréquent de trouver sur les récifs des

[1] A l'atoll Keelnig, Darwin a observé que les algues calcaires forment un lit d'une épaisseur de 2 à 3 pieds sur une largeur de 20. D'après Dana, le développement de ces algues n'est pas essentiel à la formation ou à la protection des récifs, car elles n'existent pas toujours, et lorsqu'elles existent, le bord extérieur serait, d'après cet auteur, plus haut que le reste du récif. Selon nous, la plus grande élévation du bord extérieur, ayant pour conséquence une durée plus considérable d'exposition à l'air, favorise le développement des algues calcaires.

échantillons régulièrement développés. Un même polypier peut présenter en divers points des surfaces privées de vie, et cependant le niveau auquel ces surfaces se trouvent placées n'est jamais très distant de celui qui est atteint par les portions vivantes. C'est là un argument que l'on peut invoquer pour admettre la très grande lenteur avec laquelle se fait la croissance des polypiers de récifs.

On a prétendu (Dana, *Cor. and cor. islands*, p. 119; Zittel, *Traité de paléontologie*, p. 225) que certaines espèces de polypiers sont adaptées à des profondeurs différentes. En nous appuyant sur nos observations, il nous semble beaucoup plus probable que la répartition des polypiers suivant la verticale dépend bien moins d'une adaptation particulière que de leur forme massive ou cespiteuse. Les polypiers massifs offrant plus de résistance à la violence des vagues sont les plus fréquents sur les récifs. Quoy et Gaimard avaient déjà fait l'observation dans les mers du Sud, que ce sont surtout les polypiers de cette forme qui recouvrent les bancs de polypiers. Les espèces cespiteuses, au contraire, étant fragiles (Madrépores, Pocillopores, Stylophores, Sériatopores, Millépores), étant en outre tous fixés par un pédoncule étroit, ne peuvent trouver de conditions favorables à leur croissance que dans des eaux assez profondes pour n'être pas violemment agitées. Les fragments de ces polypiers (principalement des Madrépores et des Millépores) se trouvent en très grande quantité sur les rivages et à la surface du banc le Laclochetterie ; et cependant je n'ai que très rarement trouvé sur ce récif des Madrépores et des Millépores vivants qui fussent fixés, et ces derniers étaient toujours d'une taille très réduite et irrégulière. On peut en déduire que ces deux genres de polypiers sont localisés dans les eaux profondes du large. Cette conclusion concorde avec celle d'un naturaliste éminent, de Darwin, qui trouva que parmi les fragments roulés de l'atoll Keeling, ceux d'un Madrépore (*Madrepora corymbosa*) étaient les plus nombreux : « Comme je cherchais vainement, dit-il, dans les cavités du récif et dans la lagune un spécimen vivant de ce Madrépore, j'en conclus qu'il était confiné dans la zone

extérieure et à un niveau inférieur à la surface du récif. Il doit partout être très abondant. » (Darwin, *les Iles de corail*, trad. Cosserat, p. 12.) On trouve des Madrépores vivants, sur le récif le Surcouf, ils y sont même très nombreux, mais nous avons remarqué que ces espèces sont implantées dans les cavités et les échancrures des agglomérations que nous avons décrites plus haut. C'est grâce à ces abris qu'elles peuvent subsister, et la hauteur atteinte par le sommet de leurs branches est toujours limitée par celle des polypiers massifs qui reçoivent tout le choc de la mer. Les Madrépores, de même que les autres genres à espèces branchues ne vivent donc sur le Surcouf que parce qu'ils y trouvent les mêmes conditions qui préservent également d'autres animaux, tels que les poissons, les Céphalopodes, les Nudibranches, les Holothuries [1].

Les espèces cespiteuses ne peuvent, en outre, vivre que dans des eaux très pures ; partout ailleurs, leurs ramuscules se couvrent d'un chevelu formé d'algues filamenteuses qui bouchent les calices. C'est ce que l'on observe sur le banc du Laclochetterie, situé à proximité d'un herbier boueux. Si sur le Surcouf ces espèces et surtout les Madrépores sont en bon état, c'est sans doute parce que le récif est entouré d'eaux profondes et qu'il est constamment exposé aux lames de la haute mer.

Il résulte donc de ces observations que ce sont seulement les polypiers à forme massive, à base largement adhérente, qui croissent librement à la surface toujours violemment balayée des récifs, et

[1] Darwin (ouvrage cité, p. 14) suppose que la boue calcaire qui se dépose dans les déclivités en arrière des récifs, provient en partie des Poissons et des Holothuries qui se nourriraient de polypiers. Dana (ouvrage cité, p. 228) doute qu'il en soit réellement ainsi ; pour lui, la trituration des sables des récifs par les vagues est une cause suffisante pour expliquer la formation de cette boue. J'ai observé en effet qu'au moment de la haute mer, lorsque les vagues déferlaient avec violence sur le Surcouf et le Laclochetterie, l'eau qui recouvre ces récifs prenait une teinte blanchâtre. Une certaine quantité de cette eau que nous fîmes recueillir dans un vase, y laissa déposer une boue grisâtre semblable à celle de la lagune. Quant aux Holothuries, elles ne vivent pas, selon nous, habituellement sur les récifs ; on ne les y trouve en grand nombre qu'après les fortes mers, ce qui indique qu'elles ont été arrachées et transportées du large. Il paraît en être de même pour les Astéries.

que les polypiers cespiteux ne peuvent subsister que dans les eaux tranquilles, condition qui se trouve accidentellement réalisée dans les étroites anfractuosités des agglomérations de polypiers massifs. Il nous reste maintenant à apprécier la classification des polypiers que Zittel (*Traité de paléontologie*, p. 225) a établie d'après les résultats des récentes explorations sous-marines.

1° Polypiers des mers profondes : Turbinolides, Oculinides, beaucoup de Trochosmiliacées, les Lithophylliacées simples, les Cladocoracées, les Eupsammides et quelques Fongies.

2° Polypiers de récifs : la plupart des Madréporaires, les Porites ; Turbinaires ; Pocillopores ; beaucoup d'Astréides : genres Meandrina, Leptoria, Heliastræa, Isastrœa, etc. ; Heliopora ; Milléporides.

On remarquera que la première division comprend d'une part presque tous les polypiers simples, constitués par un individu unique et souvent non adhérent : Fongies, Turbinolides, Trochosmiliacées, Lithophylliacées simples. D'autre part, cette division comprend des polypiers plus ou moins cespiteux et fragiles : Oculimides, Eupsammides. Nous n'avons trouvé aucun de ces polypiers à la surface des récifs. Point n'est besoin d'invoquer une adaptation particulière pour les eaux profondes ; les vagues déferlant avec violence, le seul mouvement de flux et de reflux, les courants, sont des motifs qui suffisent pour expliquer leur absence dans les eaux superficielles. Il est évident que nous n'entendons parler que de polypiers vivants, car les squelettes des *Fungia Erhenbergi* et *Echinata*, des *Mussa corymbosa* ne sont pas rares parmi les débris de la surface. Çà et là, il est vrai, on peut découvrir des rameaux de cette dernière lithophylliacée pourvus d'individus vivants, mais, ainsi qu'il est facile de s'en assurer, leur conservation est due à ce qu'ils ont trouvé un abri et un point de fixation en s'enclavant dans les échancrures des agglomérations de polypiers massifs.

Dans la seconde division : polypiers d'eaux peu profondes ou de récifs, Zittel a placé les Madrépores et les Pocillopores. Nous avons indiqué plus haut dans quelles conditions particulières ces espèces

branchues et fragiles se rencontrent sur les récifs. De même que pour l'espèce : *Mussa corymbosa*, il est probable qu'elles ne sont pas nées sur place, mais que, arrachées des profondeurs du large durant un mauvais temps, elles ont échoué sur le récif dans les cavités où on les trouve implantées. Les Millépores sont aussi rangés par Zittel parmi les polypiers de récifs. Ils (*Millepora verrucosa*) y sont assez fréquents à la suite de mauvais temps ; et leurs volumineuses touffes sont souvent intactes, le point d'attache étant seul brisé. Un petit nombre de ces Millépores sont fixés, leur taille est très réduite et ne paraît pas pouvoir atteindre son complet développement.

Les Turbinaires (*Turbinaria mesenterina*) encroûtent souvent les autres polypiers, leur adhérence au récif est égale à celle des formes massives : Porites, Méandrines, Leptories, Héliastrées, Isastrées, Favies, Cœlories, Goniastrées.

C'est donc parce qu'elles sont moins sujettes que les polypiers cespiteux d'être brisées et arrachées par les lames, que les espèces massives et encroûtantes doivent seules être comprises sous la désignation de polypiers de récifs. Rien ne prouve cependant qu'elles n'existent pas dans les profondeurs. Si jusqu'à présent ces espèces, très compactes et très adhérentes, n'ont pas été recueillies dans les eaux profondes, c'est sans doute parce que les dragues et les chaluts du *Porcupine*, du *Challenger*, ont été impuissants à les détacher, même en fragments. On conçoit aisément, au contraire, que ces mêmes engins aient retiré les polypiers branchus plus ou moins fragiles, et surtout les espèces simples des groupes : Turbinolides, Trochosmiliacées, Lithophylliacées, Fongides.

DESCRIPTION

DU

DELAGIA CHŒTOPTERI (J. J.-L.)

TYPE D'UN NOUVEAU GENRE DE BRYOZOAIRES

PAR

J. JOYEUX-LAFFUIE
Professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Caen
Directeur du laboratoire maritime de Luc-sur-Mer.

Une nouvelle espèce, ne se distinguant des espèces voisines déjà connues que par un ou plusieurs caractères peu importants, offre en général peu d'intérêt; les zoologistes se contentent le plus souvent d'en donner une brève caractéristique accompagnée de quelques indications biologiques; mais lorsque cette espèce est un nouveau type bien défini, bien caractérisé et nettement distinct de ceux connus jusqu'alors, son importance augmente et elle s'accroît d'autant plus que ce type a été plus modifié, plus transformé par les conditions biologiques auxquelles il est soumis. Dans ces conditions, une étude détaillée de l'animal s'impose; elle seule lui permet de venir occuper dans la classification la place exacte qui l'attend. C'est le cas du *Delagia Chœtopteri*.

Le *Delagia Chœtopteri* est un bryozoaire nouveau dont j'ai donné sommairement les principaux caractères dans une note présentée à l'Académie des sciences [1]. Je reprends et complète aujourd'hui cette courte description en l'accompagnant de figures.

[1] Sur le *Delagia Chœtopteri*, type d'un nouveau genre de Bryozoaires (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CVI, p. 629).

C'est au printemps de l'année 1887 que j'ai observé pour la première fois le *Delagia* en examinant au microscope la structure du tube du Chétoptère. Il vit à la surface et dans l'épaisseur de la paroi interne ; à l'œil nu et mieux encore à la loupe, sa présence est indiquée par un fin pointillé brun noirâtre, tranchant nettement sur la couleur jaune du tube.

Le Chétoptère (*Ch. Valencinii*), contrairement à ce qui a lieu sur la plus grande partie des côtes de France, est un animal des plus communs au laboratoire maritime de Luc-sur-Mer. C'est par centaines qu'on le recueille parfois sur la plage à marée basse, après les grandes tempêtes où règnent les vents de nord et nord-ouest. La pêche au chalut, à la drague et aux *folles* [1], en procure également une grande quantité. En employant ces différents procédés de pêche, on peut recueillir et examiner un nombre considérable de tubes de Chétoptère. La plupart renferment le *Delagia;* cependant, il en est plusieurs qui ne présentent que des traces, des vestiges de colonies détruites. Un examen attentif montre rapidement que les colonies vivantes et en parfait état de conservation se rencontrent seulement dans les tubes qui renferment des Chétoptères vivants. Les tubes vides et ceux qui présentent dans leur intérieur des Chétoptères en putréfaction, ce qui s'observe assez fréquemment, ne renferment jamais de *Delagia* bien vivants. Les tubes vides, parfois fort nombreux, doivent donc être systématiquement mis de côté, et l'on ne doit s'adresser qu'à ceux qui renferment encore le Chétoptère vivant. Après avoir opéré ce triage, on peut ouvrir au hasard n'importe quel tube et être presque certain d'y rencontrer une ou plusieurs colonies de *Delagia* en parfait état de conservation. Ces quelques indications étaient nécessaires pour éviter une perte de temps considérable aux personnes qui désireraient observer ce curieux animal. C'est pour avoir ignoré ce fait que, dès le début de

[1] Les *folles* sont de grands filets que les pêcheurs placent au large par le travers du courant. Outre un grand nombre de poissons, on y prend également et en abondance plusieurs espèces d'Invertébrés.

mes recherches, j'ai moi-même perdu un temps considérable à examiner des centaines de tubes vides. Souvent on observe sur la face interne de ces tubes le fin pointillé brunâtre, mais un examen rapide, même à un faible grossissement, ne tarde pas à montrer que toutes les colonies sont en voie de disparition; seules, les parties chitineuses persistent.

La vie du *Delagia* est donc intimement liée à celle du Chétoptère. Ce dernier vient-il à périr, le premier ne lui survit que peu de temps pour disparaître lui-même bientôt. C'est la règle chez la plupart des commensaux et des parasites, et dans le groupe des Bryozoaires, il existe plusieurs espèces dont la vie est ainsi en relations étroites avec celle d'un autre animal.

Le procédé le plus favorable pour l'étude du *Delagia* consiste, après avoir fendu longitudinalement le tube et en avoir extrait le chétoptère, à détacher avec des pinces de minces lamelles de la paroi interne, dans les points où se voit le fin pointillé brunâtre que j'ai indiqué plus haut. Avec un peu d'habitude, on arrive à enlever ainsi des lamelles fort minces et de grandes dimensions. Il suffit alors de les tendre, dans l'eau de mer, sur une lame porte-objet ou mieux entre les deux lames d'un compresseur pour observer par transparence des colonies entières et bien vivantes.

Ainsi préparées, les colonies se montrent composées par des stolons ramifiés sur lesquels sont fixées des zoécies [1]. La figure 1 de la planche VIII représente une de ces colonies vue à un grossissement d'environ 40 diamètres. Elle montre étalée la mince membrane du tube qui est de couleur jaune sale (*g*). Sur la face interne de cette membrane se voient çà et là de fines particules terreuses (*d*). On y rencontre également et assez fréquemment, quoique n'ayant pas été représentées, des soies de Chétoptère et presque constamment un nématoïde dont je n'ai pu déterminer l'espèce. Aussi et

[1] Vu les différentes désignations que comporte le mot *zoécie,* je crois devoir indiquer que dans le présent travail ce mot désignera toujours l'ensemble formé par la loge et le polypide.

plus rarement un arachnide, le *Halarachne halicœri*. A la surface et dans l'épaisseur de la membrane, on remarque surtout de minces filaments dirigés en tous sens qui portent sur des parties renflées de petits corps en forme d'urne. Les filaments sont les stolons du *Delagia*, les urnes en sont les zoécies. En outre, on distingue, disposés irrégulièrement, de petits orifices (*c*) arrondis, le plus souvent ovalaires, creusés comme à l'emporte-pièce dans l'épaisseur de la membrane. Ce sont les traces laissées par d'anciennes zoécies qui ont appartenu à des colonies disparues depuis longtemps.

Pour bien comprendre les différentes positions occupées par une colonie de *Delagia*, il est nécessaire de rappeler le procédé employé par le Chétoptère pour sécréter son tube. Ce tube est formé par un grand nombre de minces membranes parcheminées, superposées, accolées les unes aux autres et produites par la solidification du mucus sécrété par les glandes tégumentaires du Chétoptère. Au début, la colonie se développe toujours sur la face interne du tube, mais bientôt de nouvelles couches de mucus viennent en se solidifiant tapisser cette paroi et recouvrir la colonie. De superficielle qu'elle était primitivement, elle devient profonde et semble alors s'être développée dans l'intérieur de la paroi. Ce refoulement, cette lutte du Chétoptère contre les animaux qui envahissent son tube, ne saurait déterminer la mort du *Delagia*. Chaque polypide, en faisant saillie à l'extérieur de la loge qu'il occupe, se ménage un orifice à travers les couches nouvellement sécrétées qui tendent à le recouvrir, et peut ainsi s'épanouir librement dans le courant d'eau continuel qu'entretient le Chétoptère dans l'intérieur de son tube. Ce sont ces orifices (pl. XIII, fig. 1, *c*.), formés par les polypides profondément placés, que l'on observe en grand nombre dans les lamelles détachées de la paroi interne du tube.

D'après ce qui précède, on voit que dans une colonie de *Delagia* une partie peut être fixée sur la paroi interne du tube et le reste profondément placé dans l'épaisseur, toujours cependant au voisinage de la paroi interne. Dans le premier cas, on peut arriver, au

moyen de préparations délicates, à séparer et à isoler des portions de la colonie, tandis que dans le second on devra se contenter de les examiner par transparence.

Il est rare d'observer des colonies au début de leur développement constituées par une seule zoécie fixée sur un stolon rudimentaire. Presque toujours, les stolons bien développés offrent un grand nombre de ramifications et portent plusieurs zoécies, les unes adultes, les autres à différents degrés de développement.

Les quelques indications générales qui précèdent sur la situation et la composition des colonies du *Delagia* permettent de pouvoir maintenant en étudier les différentes parties. Je vais successivement décrire les zoécies et les stolons, et indiquer comment s'effectuent les principales fonctions de la colonie.

ZOÉCIES.

Les zoécies sont : ou superficielles et accolées sur la paroi interne du tube, ou profondes et adhérentes par toute leur périphérie à la substance de ce tube, dans laquelle elles sont plongées. Dans le premier comme dans le second cas, les zoécies adultes présentent le même aspect. Elles sont ovalaires, aplaties suivant le plan de la lamelle du tube qui les porte, et présentent dans leur aspect général la forme d'une urne (pl. VIII, fig. 1,2 et 3). Deux renflements sphériques situés sur les côtés rendent cette comparaison encore plus frappante. Généralement la zoécie est fixée au stolon par le côté, rarement par l'extrémité inférieure qui se prolonge et se termine habituellement par une pointe mousse (pl. VIII, fig. 2 et 3, *l*). Près de l'extrémité supérieure et un peu sur la face qui regarde l'intérieur du tube du Chétoptère se voit l'orifice de la zoécie, par lequel le polypide vient s'épanouir à l'extérieur; il est ovalaire, sub-terminal et à grand axe dirigé transversalement. Un peu au-dessous de cet orifice, il existe de chaque côté une masse arrondie volumineuse. Ces parties sensiblement sphériques occupent

sur la zoécie la même situation que les anses par rapport à une urne. Je reviendrai sur ces organes après avoir décrit la structure de la zoécie.

Les parois de la zoécie sont formées de deux couches : une externe, mince, chitineuse, sans structure, c'est l'ectocyste ; une interne, cellulaire, qui est l'endocyste.

L'ectocyste possède la même épaisseur sur toute la périphérie, c'est une mince couche chitineuse, transparente, sécrétée par l'endocyste, qui entoure et protège la zoécie. Jamais on n'observe, soit à sa surface, soit dans son épaisseur, les incrustations variées que l'on peut constater dans l'ectocyste d'un grand nombre de Bryozoaires. Malgré la résistance de l'ectocyste, une pression, même légère, peut aplatir la zoécie ; c'est ce qu'il est facile de constater en la comprimant sous un compresseur.

Doit-on, suivant l'exemple de Joliet [1], considérer les parois de la zoécie comme formées par trois couches ou seulement par les deux que je viens d'indiquer chez le *Delagia* ? Les différents auteurs sont partagés, les uns admettent l'opinion émise par Joliet, d'autres adoptent la seconde. L'étude du *Delagia* ne saurait jeter aucun jour sur cette question. On y distingue nettement l'ectocyste de l'endocyste, mais quant à savoir si l'endocyste constitue une couche unique ou bien est formé de deux couches : l'endocyste et l'endosarque, je ne saurais, d'après ce que j'ai pu observer, me prononcer sur cette question qui, pour être tranchée, réclame des préparations bien colorées que malheureusement il est à peu près impossible de réussir avec le *Delagia*.

L'endocyste offre une épaisseur assez considérable surtout dans la région moyenne. Les cellules qui le constituent sont arrondies, de faibles dimensions et fortement réfringentes. Les plus voisines de l'ectocyste sont disposées en une rangée régulière, les autres n'affectent aucun ordre apparent.

[1] L. Joliet, *Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires des côtes de France* (*Archives de zoologie expérimentale*, t. V, 1877).

Sur le côté de la zoécie se voit la partie commune à la zoécie et au stolon (pl. VIII, fig. 2, *k*) par laquelle la zoécie adhère au stolon. Dans ce point il existe une cloison d'ectocyste, qui se continue d'une part avec l'ectocyste de la zoécie, et d'autre part avec l'ectocyste du stolon; l'une de ses faces est recouverte par l'endocyste de la zoécie, l'autre par l'endocyste du stolon. Dans la partie centrale, on distingue une ou plusieurs perforations qui mettent en communication les deux couches d'endocyste qui recouvrent ses deux faces.

Sphérules.— Je désigne sous le nom de *sphérules* deux masses arrondies placées symétriquement sur les côtés de la zoécie (pl. VIII, fig. 1, 2 et 3).

Pour bien saisir leur disposition, il est utile d'en suivre le développement sur des zoécies en voie de bourgeonnement. Dans une zoécie produite par bourgeonnement (c'est le mode suivant lequel se développent le plus grand nombre des zoécies) on voit les sphérules (pl. VIII, fig. 6, 7, 8 et 9) qui naissent sur les côtés de la future zoécie. Elles apparaissent sous forme de petits bourgeons aplatis qui, au début et vus de face, présentent une forme légèrement bombée. Ces bourgeons à peine saillants sur les parois de la future zoécie ont une faible épaisseur; mais leur base est fortement élargie et en coupe optique ; ils apparaissent, vus de profil, sous une forme qui rappelle la coupe d'une lentille biconvexe. Le bourgeon qui doit donner naissance à une sphérule, au début, est un simple bourgeon de l'endocyste; à mesure qu'il se développe, une cavité se creuse dans son centre, et sur sa périphérie apparaît l'ectocyste chitineux. Dans la suite du développement, le bourgeon, de lenticulaire qu'il était primitivement, s'épaissit de plus en plus et tend à prendre la forme sphérique qu'il possède lorsque la zoécie est adulte.

Une sphérule d'une zoécie adulte se compose, en allant du centre vers la périphérie :

1° D'une cavité remplie de liquide qui occupe la plus grande partie de la sphérule ;

2° D'une paroi résistante formée par de l'ectocyste et de l'endocyste.

La sphérule peut être considérée comme formée par deux demi-sphères creuses dont l'une a sa convexité tournée du côté de la zoécie, et l'autre vers l'extérieur. Ces deux demi-sphères sont réunies suivant une ligne courbe voisine d'un grand cercle (pl. VIII, fig. 3, *m*). C'est suivant cette ligne, que les parois de la sphérule se continuent avec celles de la zoécie. Enfin il suffit de supposer la demi-sphère interne plus petite que la demi-sphère externe, et l'on aura, avec ce qui précède, une idée de ces parties.

Si maintenant nous examinons les deux couches qui constituent les parois, nous verrons que l'ectocyste de la demi-sphère externe rappelle celui des parois de la zoécie avec lequel, du reste, il se continue. L'ectocyste de la demi-sphère interne présente plusieurs perforations (pl. VIII, fig. 3, *f*) à travers lesquelles l'endocyste de la loge se continue avec l'endocyste de la sphérule. Ces perforations, qui ne se rencontrent habituellement que sur les cloisons, semblent indiquer que dans le cas présent on pourrait bien être en présence d'une cloison. En effet, cette demi-sphère interne n'est autre chose qu'une véritable cloison, mais une cloison courbe qui sépare la zoécie de la sphérule. Du côté de la zoécie, elle est tapissée par l'endocyste de la zoécie, et du côté de la sphérule, par l'endocyste de la sphérule. Ce dernier forme à l'intérieur de la sphérule une mince couche cellulaire qui tapisse la face interne de l'ectocyste (pl. VIII, fig. 3, *c*, et fig. 2, *d*). En résumé, les singuliers organes que l'on observe sur les zoécies du Delagia et auxquels j'ai donné le nom de sphérules, sont de véritables bourgeons, gros, courts, arrondis et séparés de la zoécie par des cloisons.

Il me reste à en faire connaître les fonctions.

Par leur constitution, les sphérules s'éloignent des appendices singuliers que l'on observe chez plusieurs Bryozoaires marins,

et auxquels les zoologistes ont donné les noms de *vibraculaires* et d'*aviculaires*. Evidemment ces petits corps arrondis ne jouent aucun rôle dans la préhensien des aliments. Ils sont sans relations avec l'appareil de la digestion, et toute idée de comparaison au point de vue fonctionnel avec les vibraculaires et les aviculaires, doit être écartée. Je me suis également demandé si les sphérules n'étaient pas des ovicelles, des sortes de réservoirs, de marsupiums dans lesquels les œufs pourraient être reçus et se développer ; mais leur organisation est si différente de celle des ovicelles, qu'une semblable opinion ne saurait être soutenue.

Après avoir éliminé successivement toutes les opinions qui tendent à faire des sphérules des organes comparables à ceux déjà connus, on arrive forcément à les considérer comme des organes nouveaux.

D'après les nombreuses observations que j'ai pu faire, je crois devoir conclure que les sphérules sont des organes de protection ; non d'une manière active comme les aviculaires par exemple, qui peuvent saisir un ennemi, mais passivement en empêchant la compression de la zoécie par le Chétoptère. Une faible pression pouvant aplatir la zoécie, son contenu tend à s'échapper à l'extérieur. Le polypide lutte ; mais, malgré tous ses efforts pour se rétracter, il est bientôt forcé d'abandonner la zoécie, et on le voit alors se dévaginer et sortir ses tentacules. Si l'on augmente la pression, la gaine tentaculaire se rompt et tout le contenu de la zoécie sort à l'extérieur. Ce que l'on produit ainsi artificiellement pourrait arriver naturellement dans les conditions où vit le Delagia. Fixées sur la paroi interne du tube du Chétoptère, les zoécies sont continuellement menacées d'être comprimées par le Chétoptère, surtout lorsque celui-ci, fortement inquiété, se rétracte brusquement dans son tube. Ou, encore, le Chétoptère, sans arriver à comprimer outre-mesure la zoécie, pourrait, seulement en obturant l'orifice de sortie, mettre le polypide dans l'impossibilité de pouvoir s'épanouir à l'extérieur. Cependant, dans les conditions normales, la zoécie n'est jamais ni comprimée ni ob-

turée par le Chétoptère, et cela grâce à la présence des sphérules. Ce sont comme deux petites billes incompressibles, placées sur l'un et l'autre côté de l'animal, au voisinage de l'orifice de sortie. Vu leur épaisseur, qui est supérieure à celle de la zoécie, elles pourraient être comprimées alors que cette dernière n'aurait encore nullement souffert.

Si l'on admet la théorie qui veut que, chez les Bryozoaires, les différentes parties d'une colonie : articles des stolons, aviculaires, vibraculaires et ovicelles, soient des individus modifiés, on doit également considérer la sphérule comme un individu modifié. Tout, dans la constitution de cet organe, plaide en faveur de cette opinion. C'est un individu modifié pour remplir une fonction spéciale de protection, en rapport avec l'habitat si singulier du Delagia. A ce point de vue, ce nouveau Bryozoaire offre un réel intérêt ; c'est, je crois, le seul connu jusqu'ici qui possède des sphérules.

Du polypide. — La partie centrale de la zoécie est occupée par une grande cavité remplie de liquide, au milieu duquel est placé le polypide. Ce polypide présente une couronne tentaculaire dont le nombre des tentacules est variable ; on en compte ordinairement douze ou quatorze. Ils sont tous de même dimension, cylindriques, creusés d'un canal central qui communique avec la cavité générale, et ciliés sur le côté qui regarde le centre de la couronne tentaculaire. Il est rare de pouvoir les observer étalés à l'extérieur ; lorsqu'on veut les examiner au microscope, les polypides, vivement impressionnés par la lumière, les rétractent au fond des zoécies. Dans quelques cas seulement, sur plusieurs centaines d'observations, j'ai pu observer quelques polypides épanouis. Il arrive aussi parfois que certaines zoécies, placées sous le compresseur dans des conditions particulières, forcent le polypide à sortir en partie.

L'ectocyste de la zoécie est limité au pourtour de l'orifice extérieur ; mais l'endocyste se continue pour former la gaine tentaculaire (pl. VIII, fig. 3, *b*), qui est logée tout entière dans la zoécie pen-

dant la rétraction et qui est dévaginée à l'extérieur dans l'extension. Pendant la rétraction, les replis de la gaine tentaculaire ferment complètement l'orifice de la zoécie (pl. VIII, fig. 5, *b*). La gaine tentaculaire est cylindrique, à parois épaisses et d'une longueur un peu supérieure à celle des tentacules. A sa surface, et un peu au-dessous de la couronne tentaculaire, s'ouvre l'anus. A la base et au centre de la couronne tentaculaire est située la bouche, qui est difficile à voir. On ne l'observe bien que sur des polypides forcés par la compression d'abandonner leurs loges. Elle est circulaire, et les bords présentent des cils vibratiles comparables à ceux des tentacules.

Le tube digestif, qui fait suite à la bouche, présente un pharynx (pl. VIII, fig. 2, *i*) dont les parois épaisses et musculaires peuvent jouer un certain rôle dans la trituration des particules alimentaires. Faisant suite au pharynx vient un œsophage (pl. VIII, fig. 3, *g*), qui débouche dans l'estomac. Les limites du pharynx et de l'œsophage sont confuses ; le premier ne se distingue du second que par la plus grande épaisseur de ses parois.

L'estomac (pl. VIII, fig. 3, *i*) est de beaucoup la partie la plus importante et la plus volumineuse du tube digestif. Il est presque toujours rempli de substances alimentaires, qui lui donnent une coloration foncée. C'est la seule partie du polypide qui soit visible à l'œil nu ; c'est elle qui détermine le fin pointillé brunâtre, qui trahit la présence des colonies du Delagia sur la face interne du tube du Chétoptère. L'estomac présente inférieurement un cul-de-sac très développé. La couleur brun rougeâtre des parois stomacales semble indiquer qu'il existe dans leur épaisseur de nombreuses cellules hépatiques, comme on l'observe du reste chez la plupart des Bryozoaires. A un fort grossissement, on distingue nettement cette couche de cellules qui tapissent la face interne de l'estomac. Le liquide hépatique, en se mélangeant aux particules alimentaires, leur donne une couleur terre de Sienne brûlée.

De l'estomac part un intestin rectiligne, qui chemine de bas en haut et va s'ouvrir à l'anus situé sur la gaine tentaculaire, en dehors

du lophophore. L'intestin offre sur toute sa longueur le même calibre et renferme les matières alimentaires, qui sont continuellement en mouvement, grâce à la présence de cils vibratiles sur la paroi interne. Ces cils existent sur tout le parcours du tube digestif; ils ont pour fonction de faire cheminer les aliments depuis la bouche jusqu'à l'anus.

Muscles. — Il est facile de distinguer dans la zoécie plusieurs muscles, ou mieux plusieurs faisceaux musculaires, qui affectent des directions variées. Un d'eux, le plus volumineux, s'insère par une de ses extrémités dans le prolongement inférieur de la zoécie (pl. VIII, fig. 3, *k*) ; il est dirigé de bas en haut ; la plus grande partie des fibres qui le constituent se fixent par leur extrémité supérieure au pharynx, et principalement à la base de la couronne tentaculaire. Un examen superficiel pourrait induire en erreur et faire supposer que la totalité de ces fibres se rend au cæcum stomacal. Il n'en est rien. Cette apparence est due à ce que les fibres musculaires, dirigées sur la ligne médiane et arrivées à la hauteur de l'estomac, passent en arrière du tube digestif pour aller se fixer à la base de la couronne tentaculaire. Ces fibres forment le muscle rétracteur, qui a pour fonction de rétracter la couronne et la gaine tentaculaire dans l'intérieur de la zoécie.

D'autres fibres se voient dans la partie supérieure. Fixées symétriquement de chaque côté, sur les parois, au niveau des sphérules, elles se dirigent en rayonnant vers la gaîne tentaculaire, sur laquelle elles s'insèrent. Elles ont pour fonction d'aider à la sortie du polypide à l'extérieur.

Tous ces faisceaux musculaires apparaissent de bonne heure dans les zoécies en voie de bourgeonnement (pl. VIII, fig. 6, 7, 8 et 9).

Reproduction. — Comme chez la plupart des Bryozoaires, la reproduction du Delagia est tantôt sexuelle, tantôt asexuelle ou par bourgeonnement.

Je serai bref en ce qui concerne la reproduction sexuelle, mes observations à ce sujet étant encore incomplètes. Il est fort probable qu'ici, comme dans la généralité des Bryozoaires, les sexes sont réunis dans la même zoécie; mais, malgré tous mes efforts, je ne suis jamais arrivé à pouvoir distinguer l'organe mâle. Peut-être n'est-il bien développé et ne fonctionne-t-il qu'à une certaine époque de l'année, ou, ce qui est plus probable encore, n'est-il pas possible de l'observer par transparence ; toujours est-il que, nulle part dans la zoécie, je n'ai rencontré de parties pouvant être caractérisées comme testicule. Egalement, je n'ai jamais observé de spermatozoïdes soit en examinant par transparence des zoécies vivantes, soit en observant des débris de zoécies détruites par compression. C'est un point qui demande de nouvelles recherches ; je me propose de l'étudier ultérieurement en examinant les colonies de Delagia qui se présenteront à mon observation pendant le cours des recherches qui me restent à faire sur l'organisation du Chétoptère.

L'ovaire s'observe facilement, même chez les individus incomplètement développés et en voie de bourgeonnement. On le voit apparaître de bonne heure sur la paroi interne de l'endocyste, dans l'intérieur de la cavité générale (pl. VIII, fig. 6, *e;* fig. 7, *c;* fig. 8, *d;* fig. 9, *e*), Des prolongements, en forme de bourgeons plus ou moins accusés, font saillie dans la cavité générale. Ces prolongements croissent à mesure que la zoécie se développe, et, dans les loges adultes (pl. VIII, fig. 3), ils sont nettement caractérisés. C'est dans leur épaisseur que se développent les œufs. A un fort grossissement, on peut voir des œufs bien développés qui sont suspendus par un fin prolongement à ces parties ovariennes; d'autres, devenus libres, flottent dans la cavité générale. A mon grand regret, je ne puis donner de renseignement sur le sort de ces œufs. Où et comment s'effectue la fécondation ? Par quelle voie abandonnent-ils la zoécie qui les a produits ? Où se fait le développement ? Ce sont autant de questions auxquelles je ne puis répondre, et qui réclament de nouvelles recherches.

La reproduction par bourgeonnement s'observe facilement. Dans une colonie de Delagia bien prospère, il y a en général autant de zoécies en voie de développement que de zoécies adultes, et souvent même un nombre plus considérable (pl. VIII, fig. 1).

Les bourgeons qui donneront des zoécies se montrent toujours sur les côtés des renflements des stolons; jamais on ne les observe sur les parties grêles et allongées. Le plus souvent, un même renflement porte une zoécie sur un côté et, de l'autre, une bifurcation du stolon. Il est rare d'observer deux zoécies sur le même renflement. Si une zoécie meurt, elle disparaît complètement, aussi bien la loge que son contenu, et l'on voit souvent une nouvelle zoécie se développer par bourgeonnement à la place de la première.

Une zoécie qui se développe par bourgeonnement se présente, au début, sous la forme d'un petit mamelon arrondi, plein et transparent (pl. VIII, fig. 1, *h*, et fig. 2, *p*). Bientôt il s'aplatit, s'accole au tube du Chétoptère, et son contenu se divise en deux parties : une centrale, qui donnera naissance au polypide (pl. VIII, fig. 2, *o*), et une périphérique, aux dépens de laquelle se développera la loge. Les figures 6, 7, 8 et 9 indiquent les principaux stades de ce développement ; mais je dois donner des détails sur quelques points particuliers du Delagia, tels que la forme générale de la zoécie et l'apparition des sphérules. Au début, la future zoécie est arrondie, son contour extérieur bien net ne présente rien à signaler ; mais elle conserve peu de temps cette forme primitive et ne tarde pas à devenir ovoïde, son extrémité inférieure s'allonge et donne naissance au cul-de-sac au fond duquel est fixé le muscle rétracteur. Sur les côtés apparaissent les sphérules, suivant le procédé que j'ai indiqué plus haut. Je dois indiquer, en terminant l'étude de la zoécie, qu'il ne m'a pas été possible de distinguer de système nerveux ni d'organes excréteurs.

STOLONS.

Après avoir examiné les différentes parties de la zoécie, je dois indiquer maintenant quelle est l'organisation des stolons.

Ce qui frappe tout d'abord dans l'aspect général d'une colonie de Delagia, c'est le grand développement des stolons et leur excessive délicatesse. Ils forment, à la surface et dans l'épaisseur de la paroi interne du tube du Chétoptère, un réseau constitué par des ramifications qui se rencontrent et s'anastomosent sous des angles variables, le plus souvent sensiblement droits. En certains points, il existe des renflements qui portent les zoécies et d'où partent les bifurcations. Ce sont les seules parties qui présentent ce double caractère. Il n'existe jamais de zoécies fixées sur d'autres parties des stolons, de même qu'on n'observe nulle part ailleurs de bifurcations.

Le réseau tout entier est constitué par des articles placés bout à bout. Chacun de ces articles se compose d'une partie grêle (pl. VIII, fig. 2, *m*) fort longue, et d'une portion élargie qui constitue le renflement. Toute la partie d'un stolon comprise entre deux zoécies est formée par un seul article. Il est fort rare d'en observer plusieurs, et, dans ce cas, les articles intermédiaires ne présentent pas de renflements. Les articles sont séparés les uns des autres par des cloisons.

Les stolons sont formés, comme les loges, par deux couches : un ectocyste et un endocyste.

L'ectocyste chitineux, résistant, constitue la couche externe. Il forme un étui protecteur qui recouvre les stolons sur tout leur parcours et qui se continue avec l'ectocyste de la zoécie. Cette couche externe est surtout bien développée sur les parties âgées. Sur les stolons en voie de bourgeonnement, elle est fort mince et parfois à peine distincte. L'endocyste tapisse intérieurement l'ectocyste. Il est constitué par une couche de cellules qui reposent par leur base sur l'ectocyste. Dans les parties grêles et allongées des articles, ces cellules sont courtes et presque aussi hautes que larges (pl. VIII,

fig. 4, *f*). Dans les renflements, elles sont plus volumineuses et acquièrent surtout une plus grande longueur.

La partie centrale des stolons est occupée par une cavité remplie de liquide.

Les cloisons qui séparent les différents articles des stolons, de même que celles qui séparent ces mêmes articles des zoécies, sont formées par une lame d'ectocyste tapissée sur chacune de ses faces par une couche d'entocyste (pl. VIII, fig. 4, *a*). La lame d'ectocyste présente des perforations situées dans sa partie centrale. Ces perforations mettent en rapport l'endocyste des deux articles.

Considérations générales. — L'étude anatomique du Delagia terminée, il me reste, en jetant un coup d'œil d'ensemble sur la colonie, à comparer les différentes parties qui la constituent.

Une colonie de Delagia est formée, comme tous les Bryozoaires stolonifères, par un certain nombre de segments ou d'articles comparables entre eux, mais diversement modifiés.

L'assimilation des différentes parties des stolons ne peut être mise en doute. Il est évident que tous les articles étant identiques, ils sont absolument comparables. On rencontre bien parfois, il est vrai, quelques articles dépourvus de renflements à leurs extrémités, mais, entre ces deux formes, la différence est peu importante. Tous les zoologistes admettent que les différents articles des stolons sont morphologiquement comparables, et cela ne saurait être mis en doute pour le Delagia, où les différents articles sont tous semblables. Si l'on n'éprouve aucune difficulté à comparer les différentes parties des stolons entre elles, il n'en est plus ainsi lorsque l'on veut assimiler la zoécie à un article de stolon. Les différences sont nombreuses et considérables, les ressemblances souvent masquées; mais cependant, cette comparaison peut être encore soutenue avec de solides preuves à l'appui.

Dans le cas du Delagia, il faut, pour établir une comparaison, faire abstraction des sphérules, qui doivent être, elles-mêmes, con-

sidérées comme des segments modifiés. Évidemment, entre une zoécie et un article de stolon, il existe de grandes différences, dont la plus importante est la présence d'un polypide dans l'intérieur de la zoécie. La forme est aussi bien différente; mais les parties qui constituent les parois, ectocyste et endocyste, sont les mêmes et affectent les mêmes rapports. Une cloison, comparable aux cloisons qui séparent les articles des stolons, sépare également la zoécie du renflement qui la porte. La zoécie doit être considérée comme un segment court renflé qui renferme dans son intérieur un polypide. Doit-on, avec certains auteurs, admettre que le polypide est lui-même un segment modifié. Je ne le crois pas. Rien ne plaide en faveur de cette opinion. Il est plus naturel d'admettre que les différents segments des stolons sont des zoécies incomplètes, dépourvues de polypides. Cela permet de comparer les Bryozoaires stolonifères à ceux qui sont dépourvus de stolons. Dans ces derniers, les colonies sont uniquement constituées par des zoécies. Il suffit, dans ce cas, d'admettre que les polypides avortent dans certaines loges et que ces zoécies incomplètes s'allongent beaucoup. Les zoécies complètes resteront fixées sur les zoécies incomplètes qui formeront les stolons.

Il reste maintenant, pour considérer les sphérules comme des segments modifiés, à les comparer soit avec les articles des stolons, soit avec les zoécies. J'ai montré qu'une sphérule offrait la même constitution qu'un article de stolon ou qu'une loge de zoécie. Elle est formée par une couche d'endocyste et une couche d'ectocyste. Une cloison la sépare de la zoécie. Cette cloison, il est vrai, a pris un grand développement; elle constitue à elle seule presque la moitié de la sphérule; mais elle n'en est pas moins comparable aux cloisons des stolons, ou à la cloison qui sépare la zoécie du stolon. La sphérule possède, comme la zoécie et les articles des stolons, une cavité centrale remplie de liquide. La sphérule n'est donc autre chose qu'une loge dans l'intérieur de laquelle le polypide ne s'est pas développé.

En résumé, une colonie de Delagia doit être considérée comme formée par des séries d'articles ou segments différenciés et placés les uns à la suite des autres. Les articles des stolons et les sphérules sont modifiés dans le but de servir à l'accroissement et à la protection de la colonie ; les zoécies sont organisées pour remplir les autres fonctions.

Position taxonomique. — Les différents caractères que j'ai signalés en étudiant l'organisation du Delagia prouvent surabondamment que ce nouveau venu dans la science est un Bryozoaire *ectoprocte*, *gymnolémate*, *cténosome*, qui doit prendre place dans le groupe des *Stolonifera* de Ehlers.

Hincks [1], dont le nom fait autorité en matière de Bryozoaire, divise les *Stolonifera* de Ehlers en deux groupes : les *Orthonemida* et les *Campylonemida*. Si l'on admet les divisions de l'auteur anglais, le Delagia, par ses tentacules érectiles, qui forment un cercle parfait, prend place parmi les nombreux genres que renferme la division des *Orthonemida*, et avec lesquels il possède, du reste, des affinités naturelles. Les stolons du Delagia rappellent ceux des *Cylindræcium*, des *Avenella*, ou encore ceux des *Buskia;* mais les caractères distinctifs sont tellement accusés et si nets, que j'ai cru devoir créer un nouveau genre pour ce Bryozoaire.

Si, suivant l'exemple de Hincks, on réunit en familles les différents genres qui offrent entre eux le plus d'affinités, il faut créer une nouvelle famille pour le genre *Delagia,* celle des *Delagiidæ* (J. J.-L.), qui doit prendre place entre les *Vesiculariidæ* et les *Buskiidæ*.

La famille des *Delagiidæ* renferme jusqu'à présent le genre *Delagia*, qui comprend lui-même une seule espèce, le *Delagia Chætopteri* (J. J.-L.), dont je crois devoir donner la caractéristique suivante :

Stolon. — *Rampant*, *avec renflements régulièrement disposés. Sur*

[1] Hincks, *A History of the british marine Polyzoa,* London, 1880.

chaque renflement est fixée le plus souvent une seule zoécie, rarement deux.

Zoécie. — *Adhérente, ovoïde, en forme d'urne avec un orifice ovalaire sub-terminal. Une sphérule de chaque côté de l'orifice. Fixée au stolon par le côté.*

Polypide avec un petit nombre de tentacules (12-14) *et un gésier.*

Vit à la surface et dans l'épaisseur de la paroi interne du tube du Chétoptère (Chetopterus Valencinii).

Les caractères de la famille et du genre sont naturellement les mêmes que ceux de l'espèce.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Fig. 1. Portion de membrane détachée de la paroi interne du tube du Chétoptère, vue par la face interne à un grossissement d'environ 40 fois ; *a*, *e*, renflements des stolons ; *b*, *f*, zoécies en voie de développement ; *c*, un des nombreux orifices ovalaires percés dans la membrane ; *d*, particules terreuses adhérentes à la membrane ; *g*, membrane ; *h*, très jeune bourgeon ; *i*, une zoécie adulte rétractée ; *j*, article de stolon en voie de bourgeonnement ; *k*, une zoécie adulte épanouie.

2. Une partie d'une colonie de Delagia grossie environ 150 fois. Cette figure comprend une zoécie adulte rétractée, une zoécie en voie de bourgeonnement et une portion de stolon ; *a*, orifice extérieur de la zoécie ; *b*, ectocyste de la sphérule ; *c*, orifices placés dans l'ectocyste de la cloison qui sépare la cavité de la sphérule de la cavité de la zoécie ; *d*, mince couche d'endocyste ; *e*, une partie d'un article du stolon ; *f*, tentacules rétractés dans la gaine tentaculaire ; *g*, intestin ; *h*, ovaire ; *i*, pharynx ; *j*, estomac ; *k*, point d'adhérence de la zoécie et du stolon ; *l*, prolongement inférieur de la zoécie ; *m*, un article entier de stolon ; *n*, cloison séparant le stolon du bourgeon ; *o*, futur polypide ; *p*, future loge.

3. Zoécie à demi épanouie, grossie environ 170 fois ; *a*, tentacules ; *b*, gaine tentaculaire en partie dévaginée ; *c*, endocyste de la sphérule ; *d*, cavité de la sphérule ; *e*, ectocyste de la sphérule ; *f*, orifices de communication entre l'endocyste de la sphérule et l'endocyste de la zoécie ; *g*, œsophage ; *h*, intestin ; *i*, estomac ; *j*, point d'adhérence de la zoécie et du stolon ; *k*, muscle rétracteur ; *l*, renflement du stolon ; *m*, ligne suivant laquelle les parois de la loge rencontrent la sphérule.

4. Partie du stolon grossie environ 500 fois ; *a*, cloison ; *b*, cellules de l'endocyste ; *c*, prolongement des cellules de l'endocyste dans la cavité du renflement ; *d*, cloison séparant la zoécie du stolon ; *e*, une partie de l'ectocyste de la zoécie ; *f*, endocyste de la partie grêle d'un article de stolon ; *g*, ectocyste.

Fig. 5. Dépression creusée dans la paroi interne du tube du Chétoptère. Elle correspond à l'orifice d'une zoécie située dans l'épaisseur de cette paroi ; *a*, substance du tube du Chétoptère ; *b*, replis de la gaine tentaculaire invaginée.

6. Zoécie en voie de bourgeonnement, grossie environ 180 fois ; *a*, faisceaux musculaires ; *b*, *c*, sphérules au début de leur développement ; *d*, futur polypide ; *e*, ovaire ; *f*, cloison ; *g*, renflement du stolon.

7. Zoécie en voie de bourgeonnement à un stade un peu plus avancé que celui représenté par la figure précédente, grossie environ 150 fois ; *a*, *b*, sphérules ; *c*, ovaire ; *d*, futur polypide ; *e*, renflement du stolon.

8. Zoécie en voie de bourgeonnement, grossie environ 150 fois ; *a*, *b*, sphérules ; *c*, futur polypide ; *d*, ovaire ; *e*, bourgeon qui donnera naissance à une bifurcation du stolon ; *f*, muscle rétracteur ; *g*, cul-de-sac de la loge.

9. Zoécie en voie de bourgeonnement, voisine de l'état adulte, grossie environ 180 fois ; *a*, faisceaux musculaires de la partie supérieure de la loge ; *b*, *c*, sphérules ; *d*, futur polypide ; *e*, ovaire ; *f*, muscle rétracteur ; *g*, renflement du stolon.

SUR

LA PONTE DE L'ÉLÉDONE ET DE LA SÈCHE

PAR

Le Dr L. JOUBIN,

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Rennes.

Il est rare que les animaux marins tenus en captivité dans les bacs d'un aquarium vivent assez longtemps, et surtout s'adaptent assez complètement à leur nouveau genre d'existence, pour arriver à se reproduire dans l'espace forcément restreint où ils sont confinés.

Cela est particulièrement vrai pour les animaux de dimensions assez considérables, tels que les poissons, les grands crustacés et surtout pour les céphalopodes.

Parmi les animaux de plus petite taille, quelques espèces d'holothuries, actinies, annélides, gastéropodes, etc., déposent des œufs qui se développent bien, ces animaux étant infiniment moindres que les bassins qui les contiennent, se déplaçant peu, étant nourris suffisamment, et pouvant croire à la liberté dans les prisons où ils sont fixés ou qu'ils mettent des journées à parcourir.

Les animaux plus grands et plus actifs ont, au contraire, bientôt terminé l'inspection de leur domaine; une Sèche ou une Elédone, en un ou deux coups de siphon, ont exploré leur demeure en long et en large, et de leurs yeux perçants et mobiles ont rapidement scruté les moindres reliefs qui s'y trouvent. Ces animaux sont en outre très difficiles à nourrir et n'acceptent guère que des... collègues. Ils dédaignent les poissons ou la viande qu'on leur offre, préférant se donner la chasse, coupant deci, delà, un morceau de peau ou un

bout de bras à quelque élédone moins agile et surtout plus faible.

A ces conditions il faut encore joindre l'excessive délicatesse de ces animaux au point de vue de la qualité de l'eau qu'ils respirent. Si par exemple on leur offre des poissons à manger, ils les délaissent, ceux-ci tombent au fond, et au bout de peu d'heures, l'eau devient légèrement trouble ; presque aussitôt les Elédones marquent par une vive agitation leur inquiétude, et si cette situation se prolonge quelques heures, elles meurent asphyxiées, tandis que d'autres animaux résistent parfaitement.

L'ensemble de toutes ces difficultés dans l'élevage des céphalopodes en captivité a longtemps empêché que dans les laboratoires on pût les observer bien vivants ; cette année, grâce aux nouvelles conditions exceptionnellement favorables qui existent au laboratoire Arago, où de grands et larges bacs de glace permettent l'observation dans tous les sens, où l'eau coule avec abondance, où l'air pulvérisé dans les bassins a supprimé les commencements de putréfaction si funestes aux animaux délicats, j'ai pu réussir à faire vivre plusieurs semaines un certain nombre de céphalopodes, en particulier d'élédones. J'ai pu observer à loisir leurs mœurs, la façon dont elles prennent leur nourriture, comment elles s'accouplent, enfin comment elles pondent.

C'est un spectacle bien intéressant de considérer ces animaux si élevés en organisation et en intelligence, lorsqu'ils ont pris l'habitude de leur reclusion; on peut suivre tous les détails de leurs actions, et constater, si l'on peut ainsi parler, les moindres jeux de leur physionomie rendue si mobile et si variée par l'action des chromatophores et l'expression presque humaine de leur œil à pupille cerclée d'or.

Vers le milieu du mois de mai, une quinzaine d'élédones rapportées par le bateau du laboratoire furent installées dans un des bacs de l'aquarium. Dès le premier jour quelques-unes moururent des accidents de la pêche, les autres s'acclimatèrent bientôt, et peu de temps après, j'en trouvai plusieurs accouplées. J'avais vu ce fait chez les poulpes et les sèches, et comme jamais je n'avais obtenu

de ponte, je n'avais qu'un faible espoir d'être plus heureux avec les Élédones.

Le 16 juin, je trouvai sur une des glaces du bac une petite grappe d'œufs blancs, attachés ensemble par un fil à une plaque irrégulière, appliquée sur le verre. C'était la ponte de l'Elédone. En examinant ensuite le bac, je trouvai une trentaine de ces petites plaques, mais privées de la grappe d'œufs. J'eus plus tard l'explication de ce fait, je vis que c'était la mère qui mangeait sa ponte presque aussitôt après l'avoir émise.

Je n'ai pu conserver les œufs, dans la suite, qu'en prenant la précaution de chasser l'Elédone du voisinage et d'enlever immédiatement la ponte avec une pince.

J'ai trouvé, pendant le temps qu'a duré l'émission des œufs, environ soixante traces de ces grappes sur les glaces et surtout dans les angles du bac. Cette observation a été confirmée par ce fait que tous les excréments rejetés par l'Elédone qui pondait se composaient uniquement des coques de ses œufs encore attachés à leur fil ; j'en ai trouvé une quantité considérable sur le fond du bac.

La figure ci-jointe est la reproduction d'une photographie de la grappe d'œufs peu de temps après sa fixation ; elle est de grandeur naturelle. On remarque tout d'abord une série d'œufs portant chacun à leur pointe un petit fil, fixé lui-même à un fil central formant l'axe de la grappe. Ce dernier est attaché au milieu d'une plaque irrégulière, déchiquetée, ayant environ 1 centimètre carré et fixée sur la glace du bac. Cette plaque est fortement collée, et il faut un effort assez considérable pour l'enlever ; elle est en outre un peu élastique. Sa couleur, comme celle des fils et des coques des œufs, est blanche, mais au bout de très peu d'heures elle de-

vient verte à cause des algues microscopiques qui s'y fixent. La longueur de la grappe est d'environ 4 centimètres, chaque œuf a environ 7 à 8 millimètres. La ponte qui est figurée ici était de quinze œufs.

Il est à remarquer que les pontes se produisaient par petites séries du même nombre d'œufs. Ainsi j'ai obtenu :

Le 16 juin.....	3	pontes	de 16	œufs	
Le 17 —	3	—	17	—	et 1 de 19
Le 18 —	2	—	13	—	
Le 19 —	2	—	12	—	
Le 20 —	3	—	11	—	et 1 de 10
Le 21 —	4	—	7	—	
Le 22 —	2	—	6	—	
Le 23 —	1	—	5	—	

On voit que le nombre des œufs diminue progressivement à chaque ponte. Quant aux pontes effectuées la nuit, elles étaient invariablement dévorées, et je trouvais seulement le matin sur le fond du bac quelques œufs disséminés échappés à la voracité de la mère.

En comptant les pontes dont j'ai trouvé les traces sur les parois des glaces, je présume que le nombre des œufs émis n'a pas été moindre de six à sept cents; sur ce nombre, j'ai pu en recueillir deux cent soixante.

Il est à remarquer que les œufs pondus par une Élédone sont beaucoup moins nombreux que ceux d'un poulpe qui en produit plusieurs milliers, et qui les réunit tous dans le même endroit en quelques gros cordons, au lieu de les disséminer comme l'Elédone, par petites quantités.

Voici maintenant comment l'Elédone opère pour déposer ses œufs. L'animal que j'ai observé se tenait presque constamment immobile, soit sur une des glaces, soit dans un des angles du bac, toujours à mi-hauteur environ; presque toutes les pontes que j'ai recueillies et celles dont j'ai retrouvé les traces étaient à 30 centimètres du fond et à 25 centimètres de la surface de l'eau. Ce n'est, bien entendu, pas une règle absolue, mais la grande majorité était dans ces conditions. Cette Elédone n'a pour ainsi dire pas quitté ce

niveau où elle se tenait fixée par une ou deux des premières grosses ventouses de chaque bras. Toutes les petites ventouses péribuccales qui sont à la naissance des bras étaient au contraire rétractées, et la bouche retirée assez loin de la glace pour former un cône tapissé par les petites ventouses et dont le sommet était le bout des mandibules cornées.

Les bras sont restés dans une position constante; les quatre postérieurs étaient étendus contre l'abdomen, et leur extrémité enroulée sur elle-même le soutenait comme dans une espèce de corbeille; de temps à autre leur pointe était déroulée et promenée sur le dos comme pour le brosser. Les quatre bras antérieurs étaient, au contraire, relevés dans une position inverse de la première, les deux plus externes roulés au-dessus des yeux, les deux médians relevés en forme de panache au-dessus de la tête, et allant de temps en temps reconnaître les environs en s'étendant au maximum. L'animal a gardé cette position pendant cinq ou six jours.

Lorsqu'une ponte doit s'effectuer, l'Élédone semble inquiète et commence à s'agiter; elle introduit la pointe de quelques-uns de ses bras dans la cavité palléale, les y remue avec vivacité et semble peser avec eux sur la masse ovarienne qui en occupe le fond. Il lui est même arrivé d'introduire presque complètement six de ses bras dans cette poche.

Elle les retire, reste quelques instants en repos, et se met subitement à agiter avec violence tous ses bras autour de sa tête. Ensuite, nouveau repos pendant lequel elle arrête sa respiration, faisant seulement une grande inspiration par minute, suivie d'une brusque expiration, après laquelle le siphon reste béant et s'allonge avec effort.

C'est le moment où va s'effectuer la ponte; jusque-là le siphon était tenu sur un des côtés, maintenant elle le ramène sur la ligne médiane, allonge ses bras, écarte les deux inférieurs entre lesquels elle introduit son siphon; celui-ci fait sous le cône péribuccal une forte expiration, puis il s'allonge démesurément jusqu'au niveau du bec, la respiration s'arrête, et l'on voit une goutte blanchâtre sortir

du siphon entre les petites ventouses ; celles-ci s'allongent immédiatement, s'approchent de la glace et se mettent à exécuter une série de petits mouvements très rapides de va-et-vient, piétinant, si l'on peut ainsi parler, sur la goutte gluante qui se trouve ainsi aplatie contre la glace. L'entonnoir s'est légèrement retiré, laissant voir le premier et le second œuf qui, quelquefois, se trouve englué ou écrasé par les mouvements des ventouses. Cela dure une vingtaine de secondes, puis l'animal retire son siphon et la grappe d'œufs en sort, fixée à la glace par le fil dont le bout est pris dans la goutte gluante. On peut voir, sur la plaque ainsi formée, l'empreinte des petites ventouses.

Toute l'opération ne dure pas plus d'une demi-minute ; l'Élédone s'écarte un peu et se fixe dans la position que je viens de décrire, à quelques centimètres de là. Mais, si on la laisse faire, elle se rapproche de la grappe nouvellement pondue et se met en devoir de la dévorer.

Ordinairement deux pontes s'effectuent consécutivement à une demi-heure ou une heure d'intervalle, le matin et le soir; il est rare d'en trouver dans l'après-midi.

L'animal que j'ai observé a gardé, pendant presque tout le temps qu'il a pondu, une couleur blanchâtre ; au moment d'une ponte, il était un peu plus coloré, mais sans arriver à la belle teinte rouge orangé que les Élédones ont ordinairement quand elles sont en repos.

La Sèche dont j'ai pu observer la ponte n'était pas dans des conditions aussi favorables pour l'observation que l'Élédone dont il vient d'être question. Elle vivait dans un bassin ovale, situé sous le perron de l'aquarium, et dont un seul des grands côtés, situé au ras du sol, est accessible. Contre le milieu du bord est un tuyau en poterie, servant de trop-plein et coiffé par un chapeau formé d'un carré à coins rabattus de toile métallique à mailles de 1 centimètre, dont les angles plongent dans l'eau du bassin.

C'est sur ce grillage que l'animal fixait ses œufs.

Cette Sèche, d'assez belle taille, se tenait tapie sur le sol, à 50 ou 60 centimètres du trop-plein ; les bras faisant un angle droit avec l'axe du corps étaient étalés sur le sol dans leur moitié antérieure, les ventouses en dessous posant à terre. Les papilles de la peau étaient fortement hérissées, et les chromatophores lui donnaient une teinte marbrée très sombre. Au bout d'un certain temps de cette tranquillité, les papilles se hérissaient davantage, la nageoire circulaire se mettait à onduler, et l'animal s'élevait à quelques centimètres au-dessus du fond du bassin, puis, sans changer de place, il lançait devant lui un jet d'eau avec son entonnoir, relevait ses bras et les dirigeait en avant, au maximum d'extension, fortement appliqués les uns contre les autres de façon à former un cône allongé et très aigu ; l'animal orientait alors bien exactement son corps de façon à pointer juste sur une place déterminée du grillage, puis, tout d'une pièce et lentement, il avançait jusqu'à le toucher du bout de ses bras au point précis où l'œuf va être déposé. Ce point bien reconnu, l'animal s'éloigne, à reculons, de 4 ou 5 centimètres, puis lance un nouveau jet d'eau, avance, touche le grillage du bout du bras, qu'il passe de 1 à 2 centimètres dans deux mailles voisines de façon à entourer un fil de fer ; la pointe des tentacules s'entre-croise d'un côté à l'autre, comme deux mains dont on entrelacerait les doigts ; ils s'agitent vivement pendant quelques secondes, et se retirent, laissant une boucle de substance noire autour du fil de fer. La Sèche alors quitte la place et va de nouveau se tapir à l'endroit qu'elle a choisi pour son lieu de repos. Ce manège a duré environ une demi-minute, les intervalles deux minutes. Au bout de ce temps, l'animal se met en devoir de déposer un autre œuf.

J'ai pu en recueillir environ deux cents placés en deux groupes sur la toile métallique ; l'un a été effectué pendant la matinée, l'autre pendant la soirée du même jour. Presque tous ces œufs se sont bien développés.

Si l'on enlève la ponte aussitôt qu'elle vient d'être déposée, on constate que la coque de l'œuf est gluante et molle, et l'on peut voir

aisément, en agissant rapidement, car le tout ne tarde pas à se prendre en une seule masse, qu'elle se continue à un bout par un prolongement rond de 1 centimètre de long, se divisant en sept ou huit brins effilés ; ce sont ces derniers qui, passés autour du fil de fer et rabattus ensuite des deux côtés par les mouvements rapides du bout des bras entrelacés, constituent la boucle fixatrice. On peut très bien les désunir en s'y prenant aussitôt après la ponte. Ce sont ordinairement les petites ventouses du bout des bras qui, comme chez l'Élédone, agglutinent les filaments fixateurs. Mais, chez cette dernière, ce sont les plus voisins de la bouche, tandis que, chez la Sèche, ce sont les plus éloignés.

Je n'ai malheureusement pas pu, à cause de la disposition du bassin, observer le mode d'engagement de l'œuf entre les bras, ne pouvant examiner que la face dorsale de l'animal. Il me semble cependant bien probable que la Sèche s'élève du sol, quand elle sent l'œuf sortir de l'oviducte. Puis, pendant qu'elle reste immobile, l'œuf s'engage dans l'entonnoir, et c'est à ce moment qu'elle lance son premier jet d'eau pour l'engager dans la gouttière constituée par les deux bras inférieurs plats et fermée en dessus par les six bras ronds. Pendant que la Sèche se dirige vers le lieu de ponte, l'œuf est maintenu dans le cône des bras par les ventouses ; arrivé à la toile métallique, le deuxième jet, dirigé sur l'endroit précis où l'œuf va être déposé, peut avoir pour but de nettoyer la place ou d'achever d'amener l'œuf à la pointe des bras, où d'ailleurs je l'ai vu arriver au moment d'être déposé.

Pendant que l'animal pondait, un de mes collègues a essayé de le détourner du grillage en le repoussant avec un fil de fer; la Sèche s'est alors contentée de garder son œuf entre ses bras, attendant quelques instants avant de repartir. Cinq ou six fois de suite, elle a répété le même manège; mais jamais elle n'a lâché son œuf, ni essayé d'aller le déposer en un autre point. Une Sèche en son état normal serait partie comme un trait dans quelque coin du bassin, en lançant sur l'importun un jet d'encre appliqué avec la précision

qui caractérise ces animaux. Mais, en aucun moment, la Sèche qui pondait n'a laissé échapper une seule goutte de noir. Il est aussi presque impossible d'empêcher l'animal d'orienter son corps vers sa ponte : on dirait qu'il ne veut pas la perdre de vue. Lorsque la Sèche vient de déposer son œuf, elle s'en retourne à reculons vers son lieu de repos, mais sans jamais tourner le dos à ses œufs, et, si l'on essaye de la détourner, elle reprend immédiatement son orientation.

Il est intéressant de rapprocher de cette description celle qu'Aristote a donnée du même phénomène. Je l'emprunte à la traduction de MM. Delage et Apostolidès (*Archives de zoologie expérimentale*, t. IX, p. 411) :

« La ponte dure quinze jours. C'est pour l'animal une opération laborieuse et probablement très douloureuse, car on le voit déposer un œuf, puis remonter à la surface pour redescendre encore, et ainsi de suite, comme s'il éprouvait une grande douleur.

« Au moment où ils viennent d'être pondus, les œufs sont blancs et ressemblent à des grêlons; mais bientôt le mâle, poursuivant la femelle pendant qu'elle pond, souffle du noir sur les œufs, et cette humeur visqueuse s'attache aux œufs, les colore en noir et détermine en eux un accroissement de volume. Dès lors, les œufs ressemblent aux fruits du grand Myrte noir, et l'ensemble forme une sorte de grappe dont les grains sont très adhérents. »

La description que j'ai donnée fait voir immédiatement que le mâle n'est pour rien dans la coloration des œufs que la femelle pond noirs, et qui sont émis avec cette couleur, car la Sèche ne souffle pas d'encre sur eux après la ponte.

Telles sont les quelques observations que j'ai pu faire sur la façon dont s'effectue la ponte des Céphalopodes. Ces détails biologiques sont assez rares dans les auteurs, et les Céphalopodes sont assez difficiles à élever et à observer vivants pour justifier cette description d'un spectacle auquel il est, je crois, donné fort rarement à un naturaliste d'assister.

Banyuls-sur-Mer, juin 1888.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA MULTIPLICATION DES INFUSOIRES CILIÉS

PAR

E. MAUPAS
Sous-bibliothécaire à Alger.

HISTORIQUE

Au mois d'août 1885, j'abordai l'étude de la conjugaison des Ciliés avec la ferme volonté de ne pas abandonner cette question, avant d'avoir vérifié par moi-même ce qu'en avaient dit les auteurs antérieurs et comblé les lacunes qui me semblaient exister dans leurs observations et leurs interprétations. Mais dès que je me fus un peu orienté au milieu des problèmes complexes de morphologie et de physiologie de ces phénomènes, je ne tardai pas à acquérir la conviction que, pour en saisir la vraie et complète signification, il était nécessaire au préalable de bien connaître les lois et conditions de multiplication des Ciliés. J'interrogeai les publications antérieures; mais n'y trouvai que des renseignements incomplets et tout à fait insuffisants. Les quelques observations publiées par mes devanciers, avaient été faites en quelque sorte d'une façon accidentelle, sans suite prolongée et à l'aide de méthodes peu précises et dénuées de critique. Je me décidai donc à reprendre moi-même l'étude de ces questions et à la poursuivre parallèlement à mes recherches sur la conjugaison. C'est ainsi qu'est né le présent travail, dont les principaux résultats et les conclusions ont déjà été communiqués à l'Académie des sciences dans sa séance du 4 avril 1887. [1]

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIV, p. 1006.

La marche à suivre dans ces recherches est tout indiquée d'elle-même. Il faut isoler des individus de diverses espèces, les élever, les faire multiplier et suivre jour par jour les générations successives de leurs descendants. Très peu d'essais ont été tentés dans cette voie.

Le premier auteur qui ait fait une tentative est Bénédict de Saussure, le célèbre explorateur des Alpes. Voulant vérifier par lui-même si les animalcules des infusions se multipliaient comme les Polypes (Hydres) par divisions et subdivisions continues, il vint à bout, dit-il, à force de patience, de mettre un Infusoire parfaitement seul dans une goutte d'eau. L'animalcule se partagea en deux sous ses yeux; le lendemain, ces deux étaient devenus cinq, le surlendemain soixante, le quatrième jour un si grand nombre, qu'il fut impossible de les compter [1]. La description donnée par de Saussure étant insuffisante, il est impossible de dire aujourd'hui quelle espèce lui servit dans cette expérience. Tout au plus pouvons-nous supposer que ce fut une Paramécie, ou quelque Oxytrichide. Le seul fait à retenir de cette observation, c'est que le troisième jour l'Infusoire observé se fissipara jusqu'à quatre fois dans les vingt-quatre heures. Ce chiffre est assez fort et nous indique à la fois une température assez élevée et une espèce d'une grande puissance de multiplication.

Après de Saussure, nous rencontrons les observations de Guanzati, publiées en 1796. Insérées dans un recueil fort peu connu [2], elles sont demeurées longtemps à peu près oubliées, bien que par leur exactitude elles soient de beaucoup supérieures à celles d'Ehrenberg. L'espèce, qui servit à Guanzati pour ses observations et à laquelle il donne le nom de *Proteus*, est décrite assez sommairement. Cette description suffit cependant pour nous permettre d'y recon-

[1] Lettre du 28 septembre 1769 à Ch. Bonnet, publiée par Spallanzani : *Opuscules de physique animale et végétale*, chap. IX, et reproduite par Balbiani : *Journal de micrographie*, t. V, 1881, p. 439.

[2] *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, t. XIX, Milano, 1796, p. 3-21, traduit en allemand par de Siebold dans *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. V, 1854, p. 432-442. Je cite d'après cette traduction.

naître un Cilié de la famille des Oxytrichides et peut-être même du genre Oxytriche, et non pas un Amphileptus, comme l'a prétendu Ehrenberg. L'observateur italien isola un individu, puis, éliminant un des rejetons après chaque bipartition, il le vit se diviser vingt fois en huit jours. Un second individu isolé donna naissance à soixante-quatre individus en deux jours et par conséquent s'était divisé six fois. Guanzati reconnut l'influence de la température ; car, dit-il, les divisions se succèdent d'autant plus rapidement que le temps est plus chaud. Malheureusement, il ne précise pas autrement cette donnée. Dans les conditions où il opérait, son Infusoire avait donc une puissance maximum de multiplication de trois divisions par vingt-quatre heures.

Ehrenberg renouvela en 1830 [1] ces expériences. Au mois de novembre de cette année, il isola quatre *Paramecium aurelia* et une *Stylonichia mytilus,* dont il suivit le développement et la multiplication pendant dix jours. Ehrenberg plaça chacun de ses Infusoires dans un petit tube de verre fermé et nota chaque jour ce qui s'y passa. Voici, résumés sous forme de tableau, les résultats de ses observations :

	P. aurelia.		St. mytilus.
	A.	B.	
14 novembre.....	1	1	1
15 —	1	1	1
16 —	1	1	1
17 —	1	1	1
18 —	1	1	1
19 —	1	1	1
20 —	5	8	3
21 —	5	8	3
22 —	6	18	12
23 —	Trop grand nombre pour pouvoir compter.		

Des quatre Paramécies isolées, deux disparurent sans se reproduire. Les deux autres, ainsi que la Stylonichie, demeurèrent d'abord

[1] *Abhandlungen der Akad. der Wissenschaft zu Berlin,* 1831, traduit dans *Annales des sciences naturelles, Zoologie,* 2e série, t. I, 1834, p. 205-207. — Voir également son grand ouvrage, *Die Infusionsthierchen,* etc., 1838, p. 351 et 371.

cinq jours sans aucun changement, « sans que leur force reproductive se soit développée », dit Ehrenberg ; par suite du manque de nourriture, aurait-il dû ajouter. Dans le milieu étroit où étaient renfermés ces Infusoires, les aliments durent d'abord y être trop rares pour leur permettre de se développer et se multiplier. Ces aliments finirent par s'accroître sous la forme de Schizomycètes, qui se développèrent et alors les Ciliés bien nourris se fissiparèrent. Le sixième jour, la Paramécie A donne naissance à cinq rejetons, la Paramécie B à huit et la Stylonichie à trois. Le lendemain, arrêt total dans la multiplication, qui recommence le huitième jour. En résumé, pendant cette durée de huit jours, la Paramécie A ne s'est bipartitionnée que trois fois, la Paramécie B cinq fois, et la Stylonichie quatre fois. Ce sont là des résultats bien maigres et bien peu concordants entre eux. Les conclusions qu'en tire Ehrenberg, n'ont plus aucun intérêt aujourd'hui.

Avec Balbiani, nous nous trouvons en face d'essais beaucoup plus nombreux et plus étendus. A deux reprises différentes, il a institué des expériences méthodiques pour suivre la marche de la fissiparité ; la première fois en 1860 et la seconde en 1881 [1].

Dans son premier travail, Balbiani nous fait connaître les résultats de cultures entreprises avec des *Paramecium aurelia*, *Stylonichia mytilus*, *St. pustulata* et *Colpidium colpoda*. Il isola dans des verres de montre des individus de ces quatre espèces et laissa leurs descendants réunis jusqu'au moment où leur nombre, devenu trop grand, ne permettait plus de les compter. Prenant alors quelques-uns de ces descendants, il les isola de nouveau et les observa de la même façon. Ces isolements furent renouvelés seulement deux ou trois fois. Multipliant les uns par les autres les nombres totaux des individus comptés avant chaque isolement, Balbiani trouve qu'un *Paramecium aurelia* aurait produit 1384416 individus après quarante-deux jours, une seconde Paramécie 2100 en dix-sept jours, une *Stylonichia mytilus*

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. L, 1860, p. 1191, et *Journal de micrographie*, t. VI, 1882, p. 383.

54 462 en un mois, une *Stylonichia pustulata* 91 en six jours et un *Colpidium colpoda* 5964 en douze jours. Ces chiffres, qui, de prime abord, paraissent très gros, sont fort loin de nous donner la véritable expression de la puissance de multiplication de ces quatre espèces. Si nous les ramenons aux nombres de bipartitions qu'ils représentent, nous verrons que la première Paramécie et ses descendants ne se sont fissiparés que 21 fois en quarante-deux jours, la seconde 11 fois en dix-sept jours, la *Stylonichia mytilus* 16 fois en un mois, la *Stylonichia pustulata* 7 fois en six jours et le *Colpidium colpoda* 13 fois en douze jours. Les résultats de nos cultures de ces mêmes espèces, que nous donnons plus loin, démontrent combien ces chiffres sont au-dessous de la réalité.

Ces inexactitudes proviennent évidemment des méthodes défectueuses de culture employées par Balbiani. Ces défectuosités sont encore mieux accusées par l'irrégularité dans la marche des bipartitions successives. Ainsi, dans la culture de Paramécie dont nous avons le détail entier, les quatre premiers jours (18-22 novembre) il ne se produit qu'une bipartition, les quatre suivants (22-26 novembre) deux bipartitions, les dix suivants (26 novembre-6 décembre), trois bipartitions, les quinze suivants (6-21 décembre) sept bipartitions, les quatre suivants (21-25 décembre) trois bipartitions, et enfin les cinq derniers (25-30 décembre) cinq bipartitions. Ainsi nous avons, suivant les dates, une bipartition par un, deux, trois ou quatre jours, et nous devons admettre que pendant ce laps de quarante-deux jours la fécondité de cette Paramécie et de ses descendants a pu varier depuis une division par quatre jours jusqu'à une chaque jour, c'est-à-dire au maximum dans le rapport de un à quatre. Des variations aussi irrégulières sont complètement inacceptables, et ne s'expliquent que par l'insuffisance ou la mauvaise qualité de la nourriture offerte aux Paramécies isolées. Cette mauvaise appropriation de la nourriture est encore mieux démontrée par la terminaison de cette culture. Toutes les Paramécies finirent, en effet, par dépérir et s'éteindre sans se reproduire. Balbiani considère cette extinction

comme une mort naturelle. Mais cette interprétation est inadmissible, après un aussi petit nombre de générations fissipares. Les Paramécies sont mortes faute de nourriture, et il ne pouvait en être autrement dans les conditions où elles étaient placées. Balbiani se contentait de les déposer dans de petites quantités de liquide emprunté à de vieilles infusions de poivre et de les y laisser pendant des semaines successives. Mais tout le monde sait que ces infusions s'épuisent rapidement d'elles-mêmes et, la puissante absorption de nourriture par les Paramécies y aidant, la disette la plus complète devait bientôt régner dans ces petits milieux. Il eût fallu renouveler les aliments fréquemment et régulièrement.

En terminant, Balbiani affirme, comme résultat général démontré par ses recherches, que la propagation fissipare des Ciliés ne peut se continuer indéfiniment; mais se termine invariablement de l'une des trois manières suivantes : ou par la mort naturelle de tous les individus appartenant à un même cycle, ou par le retour d'une génération sexuelle indiquant la fermeture d'un cycle, ou par le phénomène d'enkystement.

En ce qui concerne le premier mode de terminaison, nous venons de voir que là où Balbiani a cru constater une mort naturelle, il se trouvait simplement en face d'une mortalité causée par la famine et l'inanition. Ses expériences ne prouvent pas mieux la terminaison par enkystement. Des quatre espèces étudiées par lui, deux, la Paramécie et le Colpidium, ne s'enkystent jamais, du moins n'ont encore été vues enkystées par personne. Quant aux deux Stylonichies, (comme d'ailleurs toutes les Oxytrichides), il suffit de les placer dans un milieu sans nourriture, pour les voir immédiatement se renfermer dans des kystes. Il n'y a donc là qu'un simple procédé permettant à ces espèces d'échapper à la mort par inanition. Quant à la nécessité du retour périodique d'un accouplement sexuel, ce ne sont pas les expériences de Balbiani, prolongées pendant quinze à vingt générations seulement, qui lui permettaient d'émettre une conclusion aussi importante. On peut cultiver les espèces

étudiées par lui pendant cent et deux cents générations indiscontinues, sans leur voir jamais contracter un accouplement. Pour que ces unions s'effectuent, il faut un concours de circonstances toutes particulières et dont Balbiani n'avait pas la moindre connaissance. Sa conclusion est donc une pure hypothèse, à laquelle ses expériences ne pouvaient prêter aucun appui positif.

Dans son second travail, publié dans le *Journal de micrographie* de 1882, Balbiani expérimente uniquement avec le *Paramecium aurelia* (*caudatum ?*). Ses nouvelles expériences consistent en cultures ne dépassant pas neuf jours de durée et ayant pour but de démontrer une augmentation dans la puissance de multiplication fissipare chez les Infusoires au sortir de la conjugaison. Cette augmentation n'existe pas, ainsi que je l'établirai dans la suite de ce travail, et les expériences de Balbiani elles-mêmes, étudiées et analysées sans idée préconçue, ne prouvent rien de tel.

Et tout d'abord, ses cultures ont duré beaucoup trop peu de temps pour qu'il soit permis d'en tirer des conclusions bien assises. Sur onze Paramécies isolées, il en est sept dont l'observation n'a pas dépassé trois à quatre jours. Il est impossible dans une si petite période de déterminer la puissance de reproduction d'un Infusoire. Les quatre autres cultures, d'une durée de neuf jours, pourraient avoir quelque valeur, si les Paramécies s'y étaient comportées d'une façon uniforme pendant tout le temps ; mais c'est tout le contraire qui a eu lieu. Ainsi la première Paramécie du tableau E, désignée par la lettre A, ne se fissipare une première fois qu'après cinq jours, une seconde fois après deux jours et une fois chacun des huitième et neuvième jours. Les irrégularités des trois autres cultures sont tout aussi marquées, bien qu'un peu différentes.

On peut aisément soupçonner les causes qui ont déterminé ces irrégularités. Balbiani nous apprend que, des quatre Paramécies isolées, deux le furent huit mois et les deux autres quarante-trois mois après la conjugaison. A quel caractère le savant micrographe reconnaissait-il que ces Paramécies avaient traversé de si longues

durées de temps depuis la dernière conjugaison de leurs ancêtres ? Il ne nous le dit pas et c'est grand dommage. Mais passons pour le moment. Ces Paramécies étaient évidemment extraites d'infusions très anciennes, déjà très épuisées depuis longtemps et dans lesquelles ces Infusoires, ne trouvant qu'une rare et maigre nourriture, avaient dû mener une existence chétive et s'atrophier fortement. Les Infusoires, ainsi atrophiés par défaut de nourriture, exigent toujours un temps assez long avant de reprendre leur vigueur normale, lorsqu'on les replace dans un milieu riche en aliments. J'en ai souvent fait l'expérience. Des espèces qui, à l'état normal et dans les conditions où je les plaçais, se seraient fissiparées deux ou trois fois par vingt-quatre heures, mettaient deux, trois et même quatre jours avant d'atteindre leur première bipartition. Elles recouvraient ensuite leur vigueur ordinaire. En outre de cette première cause, nous pouvons encore supposer que la quantité des aliments a dû varier dans les milieux étroits où Balbiani tenait ses Paramécies. Les Schizomycètes qui s'y trouvaient se sont multipliés et dans les derniers jours ont dû fournir une alimentation plus abondante qu'au commencement. Cette seconde cause, unie à la précédente, nous fait comprendre pourquoi dans les quatre cultures les Paramécies se sont développées et multipliées les huitième et neuvième jours beaucoup plus énergiquement qu'au début. Si Balbiani eût à ce moment isolé de nouveau quelques-unes de ces Paramécies, en les plaçant dans un milieu abondamment pourvu d'aliments, il les eût bien certainement vues continuer à se fissiparer avec la même vigueur qu'aucune des autres isolées.

Balbiani, en isolant quelques-unes de ces Paramécies, nous affirme qu'elles ne s'étaient pas conjuguées depuis huit, trente-six et même quarante-trois mois ! A quel signe, à quel caractère, par quel procédé a-t-il pu s'assurer de cette absence d'activité sexuelle pendant d'aussi longues périodes de temps ? Il ne nous le dit pas, et cependant c'était là le point essentiel, puisque toute sa théorie repose sur les différences de résultats qu'il prétend exister entre les cultures de

Paramécies nouvellement et anciennement conjuguées. S'il ne nous donne pas ce renseignement, c'est qu'il ne le pouvait pas ; car, à moins d'avoir *suivi jour par jour,* pendant huit, trente-six et quarante-trois mois, tous les ancêtres des Paramécies qu'il a ainsi isolées, rien ne lui permettait de conclure à l'absence de conjugaisons pendant ces longues périodes. Comme il n'a pas fait ces longues expériences, qui, je ne crains pas de l'affirmer, sont absolument irréalisables, nous devons considérer ces prétendues cultures de Paramécies, prises huit, trente-six et quarante-trois mois après la conjugaison, comme de pures fantaisies, sans valeur scientifique.

Et d'ailleurs, ce qu'il eût importé de compter, c'était bien moins le nombre des jours que celui des bipartitions depuis la dernière conjugaison. Il ne nous sert de rien de savoir qu'un Infusoire est resté un ou plusieurs mois sans se conjuguer, si on ne nous apprend pas, en même temps, comment il a vécu, s'est développé et multiplié pendant cette période. Le même Infusoire, suivant les conditions de température et de milieu dans lesquelles on le placera, pourra se multiplier dix, vingt, trente fois plus vigoureusement dans un cas que dans l'autre. Il en résulte que, de deux Infusoires conjugués depuis une même date et placés dans des conditions différentes, l'un pourra s'être fissiparé dix, vingt, trente fois plus que l'autre. Il est donc inutile et illogique de comparer la fécondité de deux Infusoires, si l'on ne possède pas leurs généalogies complètes.

Balbiani s'est laissé tromper par le mirage des gros chiffres. Au lieu de comparer le total des individus comptés à la fin de chacune de ses expériences, il fallait ramener ces totaux aux nombres de bipartitions correspondantes. Il se fût alors facilement aperçu que les différences de résultats, si énormes en apparence, se réduisaient à fort peu de chose. Sa culture D, n° 3, faite avec une Paramécie dite trois ans après la conjugaison, a donné cinq bipartitions en trois jours, tandis que les cultures A et B, quatre jours après la conjugaison, ont mis quatre jours pour atteindre le même chiffre ; et les cultures C neuf jours après conjugaison et D, n° 1, dix-neuf jours

après la conjugaison, n'ont donné, la première, que sept bipartitions en sept jours, et la seconde que six bipartitions en trois jours. Ces différences sont bien minimes et même un peu contradictoires. J'ose affirmer que, si, au lieu de s'en tenir à une culture de trois jours, Balbiani eût isolé de nouveau les descendantes de D, n° 3, en leur donnant la même nourriture qu'à celles de D, n° 1 et n° 2, il eût vu toutes ces isolées se multiplier d'une façon absolument uniforme. Les arguments sur lesquels il appuie sa théorie ne résistent donc pas à la critique.

En résumé, les expériences de Balbiani ont été instituées et interprétées avec des méthodes défectueuses; elles ont duré beaucoup trop peu de temps, et ne démontrent nullement une augmentation d'aptitude fissipare après la conjugaison. J'ai tenu à les analyser et à les discuter aussi longuement, parce que, jusqu'ici, elles ont été acceptées de confiance, et que les conclusions qu'en a tirées leur auteur étaient en voie de prendre droit de cité dans la science. Nous verrons, dans la suite de ce travail, combien ces conclusions sont inexactes et répondent mal aux faits convenablement observés.

Nous pouvons cependant retenir un fait intéressant, constaté dans ces expériences. Balbiani a observé plusieurs fois jusqu'à trois bipartitions dans les vingt-quatre heures. Ce chiffre est très probablement le maximum de fécondité de cette espèce, dans les conditions de température où elle était tenue. Cette température n'a pas été notée; mais je crois pouvoir déduire de mes expériences qu'elle devait approcher 20 degrés centigrades ou même les dépasser un peu.

Dans une lettre datée du 31 juillet 1881 et adressée à Weismann[1], Bütschli informe son correspondant qu'il a institué avec le *Paramecium Aurelia* quelques expériences, afin de déterminer le temps écoulé entre des bipartitions successives et voir l'influence de la température. Des Paramécies, d'une origine commune, furent placées dans les mêmes conditions de nourriture : l'une avec une tempé-

[1] *Zoologischer Anzeiger*, t, V, 1882, p. 378.

rature d'environ 20 degrés centigrades ; la seconde avec une température d'environ 4 à 5 degrés centigrades. La première se multiplia une fois toutes les vingt-quatre à quarante-huit heures ; la seconde ne se développa pas. Ces expériences sont intéressantes, puisqu'il est tenu compte de la température, ce que les autres observateurs n'ont jamais fait. Mais je puis affirmer que les résultats en sont fort inexacts, car le *Paramecium Aurelia*, nourri convenablement, se multipliera deux ou trois fois par vingt-quatre heures, la température étant de 20 degrés centigrades. Bütschli aura donné une nourriture insuffisante ou mal appropriée à ses Paramécies.

Gruber a publié, en 1886[1], les résultats d'un certain nombre d'expériences, faites à l'aide du *Stentor cœruleus*. Il isole cet Infusoire dans des verres de montre, et l'observe tous les jours. Ses expériences ont dû être faites dans des conditions fort défectueuses, car ses Stentors ne se sont jamais reproduits au-delà du degré d'arrière-petit-fils, c'est-à-dire de la troisième bipartition. En outre, les rejetons ne s'accroissaient plus entre chaque division, de sorte que leur taille alla diminuant de génération en génération. Il est de toute évidence que ces Stentors étaient mal nourris, ou même ne l'étaient pas du tout. Gruber nous dit bien qu'il en a isolé avec de nombreuses Paramécies, et qu'ils ne se sont pas plus développés que ceux placés dans de l'eau pure. Ceci doit être exact, car j'ai en effet constaté plusieurs fois que le *Stentor cœruleus*, dans certains cas, peut dépérir par inanition, tout en ayant de nombreuses Paramécies autour de lui. Lorsque, le tenant captif dans un milieu étroit, on veut lui assurer une bonne alimentation, il faut lui fournir des espèces beaucoup plus petites que les Paramécies.

Tous les Stentors mis en observation se divisèrent de deux jours en deux jours. Gruber croit pouvoir en conclure que cette période de deux jours est l'expression d'une loi générale déterminant la succession des bipartitions chez le *Stentor cœruleus*. Cette conclusion

[1] *Berichte der naturforschenden gesellschaft zu Freiburg i. B.*, t. I, 1886, p. 18-21.

est beaucoup trop prématurée. Cette période de deux jours, en effet, répondait seulement aux conditions d'alimentation et de température dans lesquelles s'effectuaient ses expériences. Gruber n'a malheureusement pas noté la température. Mais, dans la suite de ce travail, je ferai connaître des résultats fort différents. La prétendue loi générale de Gruber ne répond donc qu'à un cas particulier, assez mal défini et peut-être anormal. Je suis assez disposé à croire que cette production de rejetons de plus en plus petits, sans accroissement ultérieur, avait quelque chose d'analogue avec les phénomènes que j'ai décrits ailleurs [1], à propos de la *Leucophrys patula*, et sur lesquels nous reviendrons plus loin.

D'après Gruber, il n'y aurait pas équivalence morphologique et physiologique absolue entre les deux rejetons résultant de chaque bipartition. Je ne puis admettre cette manière de voir. Dans les longues et nombreuses expériences poursuivies par moi sur quinze à vingt espèces, je n'ai jamais rien observé qui permît de croire à l'existence de différences morphologiques et physiologiques, non seulement entre les deux rejetons d'une bipartition donnée, mais encore entre tous ceux qui en descendent par générations régulières et indiscontinues. Les petites différences qui peuvent survenir dans la multiplication, sont simplement le résultat de différences dans les conditions d'existence. Les moindres variations dans ces dernières se répercutent immédiatement sur la marche du développement des Infusoires.

Ici se termine l'historique des tentatives faites jusqu'à ce jour pour déterminer la puissance de reproduction des Ciliés. Les résultats en sont bien peu satisfaisants. Les méthodes employées sont constamment défectueuses et incomplètes. Un des facteurs les plus importants : la température, a été négligé par tous les observateurs, à l'exception de Bütschli. Un second facteur, non moins important : la nourriture, n'a été étudié et déterminé avec précision par per-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIII, 1886, p. 1270, et t. CIV, 1887, p. 308.

sonne. Avec des méthodes et des résultats aussi défectueux, il n'est pas surprenant que nous ayons rencontré des interprétations et des conclusions à l'avenant, ne résistant guère à une critique scientifique.

En discutant les recherches de Balbiani, Stein a formulé contre les cultures d'Infusoires isolés une critique générale [1] que je dois réfuter. D'après lui, les résultats obtenus dans ces isolements n'ont aucune valeur. Les Infusoires, placés dans de petites quantités de liquide, s'y trouvent dans des conditions artificielles, qui doivent les empêcher de se développer et se multiplier, comme ils l'auraient fait dans leurs milieux naturels. Cette objection est absolument erronée. Non seulement les Infusoires peuvent très bien vivre dans les petits tubes ou verres de montre, employés par les observateurs antérieurs, mais ils se contentent de milieux encore plus étroits. Je les isole et les cultive sur le porte-objet, entre les deux lamelles d'une préparation microscopique ordinaire, sans que leur développement en souffre le moins du monde. Il suffit de disposer ces préparations convenablement et d'y donner aux Infusoires une nourriture appropriée, pour les y voir croître et se multiplier dans les meilleures conditions. Les dispositifs à prendre et les manipulations à exécuter sont des plus faciles, et n'exigent qu'un peu de patience. On y peut suivre, jour par jour, et s'il est nécessaire, heure par heure, les Infusoires isolés, compter et noter leurs générations, régler et modifier à volonté leur nourriture et les autres conditions d'existence ; en un mot, observer et expérimenter aussi aisément et sûrement qu'avec un animal quelconque élevé et tenu en captivité.

Jusqu'ici la recherche et l'étude des Infusoires ont été livrées au hasard des récoltes. Les pêches, faites à l'aveuglette dans les aquariums et déposées sur le porte-objet, y étaient utilisées et observées immédiatement. Lorsque l'espèce est commune, cela suffit souvent pour l'étude des caractères extérieurs, et même, avec l'aide des réac-

[1] *Der Organismus*, etc., t. II, 1867, p. 43.

tifs, pour celle de l'anatomie et de l'organisation interne. Mais, lorsque l'espèce est rare et qu'on ne rencontre qu'un ou deux individus, son étude complète devient à peu près impossible dans de pareilles conditions. Les difficultés sont encore beaucoup plus grandes, lorsqu'il s'agit de suivre le développement, même d'une espèce commune ; et beaucoup d'observateurs considèrent comme impossible de tenir en observation un même individu pendant une période un peu longue. Avec les méthodes que je vais faire connaître, toutes ces difficultés sont écartées. Il n'est plus d'espèces rares, puisqu'on peut conserver et faire multiplier à volonté les individus en observation. Quant au développement, on le suivra, heure par heure, indéfiniment, aussi longtemps que les recherches poursuivies l'exigeront.

Dans ces conditions, l'étude physiologique des Infusoires acquiert un intérêt scientifique considérable. Ils deviendront l'objet de recherches et d'expériences, qui contribueront puissamment et rapidement aux progrès de la physiologie et de la biologie générales. La facilité et l'économie avec lesquelles on peut se les procurer, l'énergie de leur activité physiologique et la rapidité d'évolution de leurs phénomènes de développement, en font d'admirables sujets d'observation et d'expériences. Nombre de questions, à peu près inabordables avec les autres êtres, à cause des exigences de temps et de dépenses qu'ils nécessiteraient, pourront être fructueusement mises à l'étude sur les Infusoires, dans les laboratoires pourvus des plus modestes installations. C'est ainsi qu'en un peu moins de deux années, il m'a été possible de mener à bonne fin l'étude expérimentale à peu près complète des phénomènes sexuels chez ces Protozoaires[1]. Cette étude, je l'espère, contribuera au progrès général de nos connaissances sur le mécanisme et la signification de la sexualité chez les autres êtres vivants. Les problèmes se rattachant aux questions de l'hérédité, de la variabilité et de l'évolution des espèces, de l'influence des milieux,

[1] Voir les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CII, 1886, p. 1569 ; t. CIII, 1886, p. 482 ; t. CV, 1887, p. 175 et 356.

et tant d'autres, pourront être abordés à l'aide d'expériences faciles à combiner et à suivre.

MÉTHODES.

Ces considérations justifieront, je l'espère, les détails fastidieux dans lesquels je vais être obligé d'entrer, pour bien faire connaître ces nouvelles méthodes d'observation. Elles sont d'ailleurs fort simples et d'une mise en pratique des plus aisées. Mais, comme elles exigent quelques soins et quelques précautions indispensables, qu'une longue expérience seule m'a suggérés, je crois être utile, au moins à quelques-uns de mes lecteurs, en donnant les détails minutieux qui vont suivre.

Il faut d'abord et avant tout se pourvoir de chambres humides, convenablement disposées. Les chambres humides composées d'une cloche renversée sur l'eau, ne valent rien. L'espace d'air y est beaucoup trop grand et l'eau des préparations, qu'on y enferme, s'y évapore toujours beaucoup trop. Il faut des chambres humides dans lesquelles cette évaporation soit réduite au minimum possible. Pour arriver à ce résultat, je me sers de vases larges et plats (grandes assiettes creuses sans rebords, de 20 centimètres de diamètre, cuvettes de photographes, etc.), dont je garnis le fond de sable fin bien lavé. Dans ce sable, je plante longitudinalement et de champ deux lames de verre, dont la hauteur a été mesurée de façon à ce que leur bord supérieur soit de 4 à 5 millimètres au-dessous du niveau du bord du vase. Ces deux lames, debout, en portent trois autres placées perpendiculairement et à plat, celle du milieu ayant une largeur de 4 à 5 centimètres, les deux autres 2 centimètres seulement. C'est sur ces lames plates que je dépose les porte-objets ordinaires, sur lesquels sont disposés les Infusoires mis en culture. Le tout est recouvert d'une lame de verre s'appliquant sur les bords du vase le plus hermétiquement possible. On remplit d'eau les vases jusqu'à ce qu'elle affleure au-dessous des grandes lames posées à

plat. De cette façon l'espace à air est réduit à une simple couche de 4 à 5 millimètres d'épaisseur. Cette couche d'air est toujours sursaturée d'humidité et les préparations qu'on y dépose ne subissent qu'une très faible évaporation. On doit toujours avoir une provision d'eau de pluie pour compenser cette évaporation quand il est nécessaire.

Pour le triage et le transport des Infusoires à isoler, j'emploie des pipettes de verre. Ces pipettes ont environ 10 centimètres de longueur. L'ouverture de l'extrémité effilée ne doit pas dépasser 1 millimètre de diamètre, et il est nécessaire que ses rebords soient minces. Voici comment on doit opérer pour isoler un Infusoire avec ces pipettes. Les Infusoires sont d'abord placés en masse non triée dans une large goutte d'eau sur un porte-objet et observés avec un grossissement très faible. On amorce la pipette en y aspirant de l'eau pour humecter ses parois internes et en rejetant cette eau immédiatement. Un Infusoire étant choisi sous le microscope, on approche la pipette du point de la goutte d'eau où se trouve cet Infusoire. Dès que l'extrémité de la pipette entre en contact avec l'eau, celle-ci et avec elle les Infusoires y sont aspirés par l'attraction capillaire. La gouttelette d'eau entraînée dans la pipette est ensuite refoulée sur un second porte-objet. Si elle contient plusieurs Infusoires, on y ajoute une goutte d'eau de pluie pour l'étendre et on recommence la manœuvre de la pipette. On arrive ainsi très sûrement et rapidement à isoler l'Infusoire choisi. Quand les Infusoires sont réduits au nombre de quelques individus, on peut encore écarter et tuer avec une aiguille emmanchée ceux qui doivent être éliminés. Après chaque opération de la pipette, on devra la nettoyer avec soin en y soufflant un courant énergique d'eau fraîche. Il est en effet des Ciliés, comme les Onychodromes, par exemple, qui jouissent d'un pouvoir adhésif très grand et il peut toujours en rester des individus adhérents à la paroi interne du tube. En ne prenant pas ces soins de lavage, on s'exposerait à des mélanges intempestifs.

L'isolement et la mise en culture se font sur des porte-objets et

sous des couvre-objets ordinaires. J'emploie, de préférence, des couvre-objets carrés, de 18 millimètres de côté. Ils doivent être soutenus au-moyen de petites cales. Celles dont je me sers sont faites de fragments de gros poils de brosses à dents. Ces poils ayant une épaisseur moyenne d'environ 0,3 de millimètre, il en résulte que la totalité de l'espace libre compris entre les deux lamelles représente un volume d'environ 100 millimètres cubes. Tout cet espace doit toujours être rempli de liquide, ce qui donne pour chaque préparation une quantité d'eau égale à 10 centigrammes, ou environ 5 gouttes. Lorsque la gouttelette, dans laquelle on a d'abord isolé un Infusoire, ne suffit pas à remplir cet espace, on y ajoute de l'eau de pluie. Une recommandation essentielle : c'est de n'employer à ces cultures que des lamelles d'une propreté rigoureuse. Il m'est arrivé plusieurs fois de voir mes Infusoires dépérir lentement et sans cause apparente, uniquement parce que je les avais placés entre des lamelles ayant servi antérieurement à des préparations avec réactifs et sur lesquelles étaient restées attachées de minimes traces de ces réactifs. Le mieux est d'avoir des lamelles spécialement réservées à ces cultures et ne servant jamais à d'autres usages. Les mêmes soins de propreté doivent être observés avec les pipettes.

Les Infusoires ainsi disposés, dans ces milieux étroits, y peuvent vivre indéfiniment dans les meilleures conditions de santé. Il suffit de les y pourvoir d'une nourriture convenable, pour les y voir se développer et se multiplier avec toute l'énergie de leur plus haute puissance de reproduction. Au point de vue de leurs besoins alimentaires, on peut les diviser en deux groupes principaux : 1° les carnassiers se nourrissant d'autres espèces; 2° les herbivores se nourrissant de Schizomycètes.

Pour alimenter aisément les premiers, il fallait rechercher parmi les Infusoires les plus communs une espèce de petite taille, se laissant facilement élever en grandes cultures. Après quelques tâtonnements, je reconnus que le *Cryptochilum nigricans* répondait parfaitement à ces conditions. Ce petit Cilié, du groupe des Herbivores, peut se pro-

pager et se multiplier à volonté. On le trouve partout, et quand on en a besoin, il suffit d'installer quelques infusions faites avec des débris pris au hasard dans les eaux stagnantes, pour être sûr de l'y rencontrer en grand nombre après quelques jours.

Lorsqu'on a réussi à se le procurer, voici comment on devra procéder pour l'utiliser à l'alimentation des espèces carnassières. On prépare une infusion en hachant quelques pincées de foin dans de l'eau. On fait chauffer cette eau et ce foin pendant quelques minutes à 60 degrés centigrades. Ce chauffage a pour but de détruire les espèces étrangères, qui pourraient exister librement dans l'eau, ou à l'état de kystes sur le foin. Sous cette dernière forme, le *Colpoda cucullus* est rarement tué, à cette faible température; mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter de sa présence, puisqu'il finit bientôt par disparaître et laisser la place libre au Cryptochilum. L'infusion, ainsi chauffée, on la laisse à elle-même deux, trois ou quatre jours, suivant la température, attendant que les Schizomycètes s'y soient développés. On y sème alors quelques Cryptochilums, en prenant bien soin de ne pas y introduire d'autres Ciliés en même temps. Le vase contenant l'infusion doit toujours être recouvert d'une lame de verre s'appliquant exactement sur ses bords. En prenant ces précautions, on réussit assez aisément à n'avoir que des Cryptochilums dans ces petits aquariums. N'y étant exposés à aucune concurrence et y trouvant une abondante nourriture, ils ne tardent pas à s'y multiplier par myriades. Lorsque ces cultures de Cryptochilums commencent à s'épuiser, on peut les raviver deux ou trois fois, en y ajoutant un peu de mie de pain. Mais il faut avoir bien soin de ne pas mettre une trop grande quantité de mie; car elle déterminerait des fermentations acides, qui feraient périr les Infusoires. Comme les infusions finissent toujours par s'épuiser d'une façon définitive, on a soin, quand ce moment approche, d'en préparer une nouvelle.

Au lieu du foin on pourrait peut-être employer le poivre pour ces infusions. Lorsqu'on aurait bien déterminé les conditions de son emploi, il serait peut-être même plus avantageux que le foin, mais

il faudrait commencer par bien préciser les quantités proportionnelles à mélanger avec l'eau. J'ai, en effet, constaté plusieurs fois qu'en trop grande quantité, il produit des infusions impropres au développement des Ciliés.

Lorsqu'on veut donner les Cryptochilums en pâture aux espèces carnassières mises en cultures, on ne doit pas les puiser directement dans les aquariums à infusions. Il faut d'abord en faire des préparations sur porte-objet disposées comme je l'ai décrit plus haut. Les Cryptochilums viennent tous se rassembler au pourtour de la préparation sous le bord du couvre-objet, d'où on les aspire avec les pipettes, pour les donner ensuite aux Infusoires carnassiers. Ce procédé permet de vérifier sans peine ces préparations sous le microscope et d'avoir la certitude rigoureuse qu'on n'introduit aucune espèce étrangère dans les cultures. Ces préparations de Cryptochilums peuvent se garder en chambre humide, jusqu'à ce qu'on les ait épuisées.

Le *Cryptochilum nigricans* est la seule espèce dont je me sois servi jusqu'ici pour la donner en pâture aux espèces carnassières. Mais il en est d'autres qui pourraient peut-être tout aussi bien se prêter à cet usage. Le *Colpidium colpoda*, par exemple, fournirait, je crois, une excellente alimentation aux carnassiers forts et de grande taille et il se laisserait élever en grandes cultures tout aussi aisément que le Cryptochilum. Les Paramécies n'y conviendraient nullement, elles sont de trop grande taille et, comme nous l'avons vu plus haut, les Stentors, tenus en captivité eux-mêmes, ne réussissent que difficilement à les capturer.

Mes cultures, d'espèces du groupe des Herbivores, ont été moins nombreuses que celles du groupe des espèces carnassières. Je les ai nourries en leur donnant de la farine de blé cuite. On délaye une pincée de farine dans une assez grande quantité d'eau de pluie, puis on fait bouillir pendant deux à trois minutes. Avec cet aliment on peut élever et nourrir aisément les Paramécies, les Colpidiums, les Glaucomes, les Vorticelles, et probablement toutes les espèces qui,

à l'état de liberté, vivent à peu près uniquement de Schizomycètes. Les Stylonichies elles-mêmes, à la fois carnassières et herbivores, se contentent, à la rigueur, de cette alimentation. Elles se développent seulement un peu moins vigoureusement, si on la leur donne à l'exclusion de toute autre. L'emploi de cette bouillie claire est des plus aisés, puisqu'il suffit d'en déposer un peu sur le bord des préparations disposées comme je l'ai déjà décrit. Elle se conserve peu de temps et doit être renouvelée assez fréquemment, car, après un nombre de jours plus ou moins long, suivant la température, il s'y développe des fermentations acides, qui la rendent impropre à la nourriture des Infusoires. Cet aliment est d'un usage précieux, à cause de la facilité et de la rapidité avec lesquelles on se le procure. Peut-être en employant les méthodes de Pasteur pour la culture pure des Schizomycètes, réussirait-on à en trouver un encore mieux approprié aux besoins des Ciliés; mais je n'ai pas fait d'essais dans cette direction.

CONSIDÉRATIONS BIOLOGIQUES.

Les Infusoires ciliés, considérés dans leur ensemble, tirent leurs aliments tant du règne végétal que du règne animal. Au règne végétal, ils prennent à peu près toutes les espèces unicellulaires de champignons et d'algues, les Diatomées, les Desmidiées, les Zoospores et surtout les Schizomycètes. Quelques algues filamenteuses pluricellulaires, telles que les Oscillariées, sont également dévorées par certaines espèces de grande taille. Au règne animal, ils n'empruntent guère que les Flagellés et leurs propres congénères, auxquels, cependant, il faut encore ajouter quelques petits Rotateurs, capturés par les carnassiers les plus vigoureux[1].

Il ne faudrait pourtant pas croire que toutes ces variétés d'ali-

[1] Je remarque ici une fois pour toutes que dans ce travail j'ai entièrement laissé de côté les espèces parasites dépourvues de bouche et vivant dans les cavités internes de leurs hôtes, où elles s'alimentent par endosmose des substances liquides qu'elles leur empruntent.

ments soient absorbées indifféremment par tous les Ciliés. Chaque espèce, au contraire, est limitée dans son choix et n'use que d'un certain nombre d'entre eux. Il en résulte qu'on retrouve chez les Ciliés, comme chez les animaux supérieurs, des herbivores, des carnivores et des omnivores. Ces adaptations alimentaires constituent un des facteurs essentiels à connaître, lorsqu'on veut étudier et apprécier la puissance de reproduction d'une espèce. Variant d'un type à l'autre, elles déterminent dans la biologie de ces êtres de profondes différences dans leur puissance de développement.

La cause première de ces diverses adaptations alimentaires doit être recherchée dans l'organisation particulière de la bouche chez les différentes espèces. La bouche est, en effet, l'organe dominateur par excellence de la morphologie et de la biologie des Ciliés. Chez ces petits êtres, la nutrition et ses différents actes absorbent et résument à peu près toute leur existence. Cette fonction prend chez eux un développement et une intensité qui, je le crois, ne sont égalés nulle part ailleurs dans le règne animal. Ce sont des voraces par excellence, absorbant et digérant des aliments nuit et jour, sans arrêt ni repos. Il en résulte que l'appareil, chargé de pourvoir à un besoin fonctionnel si intense, s'est modifié, diversifié et développé avec une ampleur de formes et une richesse de variations vraiment étonnantes, surtout si l'on n'oublie pas qu'il s'agit d'organismes unicellulaires.

Il ne rentre pas dans le cadre de ce travail de donner ici une description détaillée de toutes ces dispositions et variétés d'organisation de la bouche. Elles ont, d'ailleurs, déjà été assez bien décrites par les auteurs, et plus particulièrement par Stein[1]. Mais il est un point de vue général, auquel il nous importe de les envisager et sur lequel je dois insister. Si nous examinons, en effet, toutes ces structures et ces divers mécanismes dans leur but final, c'est-à-dire dans le mode suivant lequel les aliments sont saisis et introduits dans

[1] *Der Organismus*, etc., t. I, 1859, p. 77 et suiv.

l'appareil digestif, nous verrons qu'on peut les ramener à deux types fonctionnels distincts, d'où résultent pour les Ciliés deux modes de préhension des aliments profondément différents[1].

Dans le premier type, la bouche est toujours pourvue et armée de puissants appendices vibratiles, tels que cils, membranes, membranelles. Par leur agitation et leurs battements, ces appendices produisent dans l'eau ambiante un courant dirigé vers l'orifice buccal. Les particules et corpuscules alimentaires en suspension dans l'eau sont saisis par ce courant et entraînés violemment vers l'ouverture de la bouche. Ici se présentent deux cas différents : ou bien cette ouverture est constamment béante, et alors les aliments pénètrent directement et immédiatement à l'intérieur du corps, en traversant un œsophage plus ou moins développé ; ou bien la bouche est close et ne s'ouvre que sous la pression des corps apportés par le courant et par sa propre contractilité. En résumé, dans ce premier type, la partie essentielle du mécanisme consiste dans la production d'un courant ou *tourbillon alimentaire;* la bouche proprement dite ne jouant qu'un rôle passif ou secondaire. Toutes les Vorticellides, les Oxytrichides, les Paramécies, les Colpodes, les Cyclidiums, les Cryptochilums, etc., etc., pourvoient à leur nourriture par ce mode de préhension des aliments.

Dans le second type, la bouche est presque toujours dépourvue d'appendices vibratiles spéciaux, et, quand il en existe, ils ne jouent plus qu'un rôle accessoire. Ils sont remplacés souvent par des appareils de préhension de natures diverses, tels que les lèvres mobiles et prenantes des Ophryoglènes, des Glaucomes, des Leucophres, ou bien les armatures dentaires en nasse des Chilodons, Nassules et Prorodons ; tantôt par des armes de projection (trichocystes) servant à immobiliser les proies, qui sont ensuite englouties par dilatation

[1] Claparède et Lachmann (*Etudes sur les Infusoires,* etc., 1858-1860, p. 32 et 74) avaient déjà bien aperçu ces différences ; mais ils n'en ont pas tiré tous les développements et toutes les conséquences qui en découlent pour l'histoire et la biologie des Ciliés.

de la bouche. C'est de cette dernière façon que les Enchélydes et les Trachélides capturent et saisissent les proies vivantes, qui constituent leur nourriture. Ce second type est donc caractérisé par un acte de préhension proprement dite, par une saisie et une déglutition active de la bouche. On pourrait désigner les Infusoires de cette seconde catégorie par la dénomination de *Ciliés capteurs* (*Ciliata captantia*), en opposition à ceux de la première catégorie, ou *Ciliés à tourbillon* (*Ciliata vorticosa*).

Ces modes de préhension des aliments ont une influence considérable sur la manière d'être et les mœurs des Infusoires. Tous ceux qui appartiennent à la première catégorie sont, avant tout, des animaux *sédentaires*. Lorsqu'ils sont placés dans un milieu riche en aliments et que rien ne vient les y troubler et inquiéter, ils se groupent par troupes serrées, en prenant les positions les plus favorables au jeu de leur tourbillon alimentaire. On les voit ainsi, tant que la nourriture est abondante, demeurer immobiles ou presque immobiles, n'exécutant que de légers changements de position, pour se tourner tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Les Oxytrichides elles-mêmes, si actives et si agitées, ne s'éloignent guère des points où elles trouvent à faire un riche butin. Cette influence, poussant au sédentarisme, atteint son maximum d'effet avec les espèces qui se fixent par un point de leur corps, d'une façon plus ou moins adhérente, comme le font les Stentors et les Vorticellides. Toutes ces espèces sédentaires redeviennent vagabondes dès que la nourriture s'épuise, et on les voit alors courir dans toutes les directions à la recherche de lieux mieux pourvus. Les Vorticellides elles-mêmes se détachent alors de leurs pédoncules et les abandonnent pour aller se fixer ailleurs et en sécréter un nouveau.

Les Infusoires de la seconde catégorie sont, au contraire, des animaux essentiellement vagabonds, changeant constamment de place et courant de droite et de gauche. Ce sont, dans toute l'acception du terme, de véritables *chasseurs*, en quête perpétuelle de proie et de butin. Ils se déplacent et changent de position à tout instant, vont,

viennent, se détournent, s'éloignent, reviennent, tâtant et palpant tous les objets qui se trouvent sur leur chemin. Lorsqu'il leur arrive de rencontrer ainsi une proie ou un objet alibile quelconque, ils le saisissent et l'avalent rapidement, puis reprennent immédiatement leur course à la recherche d'un nouveau butin. L'abondance ou la pénurie d'aliments ne modifient en rien cet état d'agitation perpétuelle. Organisés uniquement pour la chasse, ces Infusoires sont condamnés, par leur organisation, à une activité sans arrêt, ni le jour ni la nuit.

L'adaptation alimentaire des Ciliés, ou autrement le choix que chaque espèce exerce parmi les diverses substances alibiles, est, comme nous l'avons dit, sous l'influence directe du mode de préhension des aliments. Envisagés à ce point de vue, les Infusoires ciliés peuvent se grouper en trois catégories principales.

Parmi les espèces à tourbillon nous trouvons d'abord une première série dont la nourriture se compose presque uniquement de Microphytes unicellulaires et plus particulièrement de Schizomycètes. Ces espèces sont des herbivores proprement dites et prospèrent surtout dans les eaux où pullulent les Bactéries, Vibrions, Bacilles et Micrococcus. Ce sont les grands nettoyeurs des eaux putrides. J'ai souvent fait la petite expérience que voici : Dans une goutte d'eau grouillante et presque laiteuse de Bactériens, je déposais quelques Paramécies. Je plaçais cette préparation en chambre humide et quelques heures plus tard je retrouvais la goutte d'eau complètement nettoyée et pure comme de l'eau de source. Les Paramécies avaient dévoré tous les Schizomycètes et s'étaient accrues et multipliées. Ces espèces herbivores sont de véritables saprophages et ce sont-elles que nous retrouvons si constamment et si communes dans les infusions et les eaux stagnantes. Leur nombre est assez grand, puisqu'elles comptent parmi elles toutes les Vorticellides, les Paramécies, les Colpodes, les Cyclidiums, les Cryptochilums, les Spirostomes, les Blepharisma, etc., etc. A ce groupe des herbivores à tourbillon, se rattachent quelques espèces du type des Ciliés chasseurs, également

adaptées à une alimentation végétale. Ce sont de petites espèces peu puissantes et à bouches munies de lèvres ou d'armatures dentaires prenantes. Tels sont les Glaucomes, les Chilodons, les petits Prorodons, qui se nourrissent de Schizomycètes à l'état de Zooglœa et d'autres petits Microphytes.

Une seconde série, non moins nombreuse, d'Infusoires à tourbillon se compose d'espèces omnivores. Le tourbillon alimentaire y est produit par des appareils vibratiles beaucoup plus puissants que chez les espèces du groupe précédent. Il en résulte que ces Ciliés omnivores possèdent la faculté de capturer des proies animales vivantes simultanément avec des aliments végétaux. Ces proies animales sont représentées surtout par des Ciliés, des Flagellés et quelques Rotateurs. Les aliments végétaux se composent de Schyzomicètes, de Zoospores, de Diatomées, de Desmidiées et autres Microphytes unicellulaires.

Ce groupe d'omnivores comprend les Oxytrichides, les Euplotides, les Tintinnides, les Stentors, les Haltéries, les Condylostomes, les Bursaria, les Strombidiums, etc., etc. A leur suite, nous devons encore ajouter quelques types chasseurs, tels que les Ophryoglènes, les Nassules, les Coleps, qui, pourvus de vigoureuses lèvres ou armatures dentaires prenantes, se nourrissent tout aussi bien de proies animales vivantes, que de Microphytes unicellulaires et même d'Algues filamenteuses.

Enfin la troisième catégorie renferme les Ciliés chasseurs proprement dits, qui, saisissant leurs aliments par un acte de préhension de la bouche, se nourrissent exclusivement de proies animales vivantes. Ce sont des carnassiers par excellence, ne vivant que de carnage et de déprédations. Partout où ils apparaissent dans les cultures, ils ont bientôt fait de dévorer et faire disparaître les espèces inoffensives des Herbivores. Ces carnassiers appartiennent presque exclusivement aux familles des Enchelydes, des Trachelides et des Cyclodides. Leur voracité carnassière est encore surpassée par celle de la *Leucophrys patula*, qui par l'organisation et le mode de fonc-

tionner de sa bouche se rattache cependant au groupe inoffensif des Glaucomes.

Maintenant que nous connaissons la nature des aliments employés par les Ciliés à l'entretien de leur existence, nous pouvons essayer de préciser la place que ces petits êtres occupent dans l'économie de la nature. Malgré leur taille microscopique, cette place est considérable et l'apport de leur activité biologique, dans le flux général de la matière vivante, représente un des puissants affluents, dont la réunion constitue le fleuve majestueux de la vie. Les nombreuses formes, qu'a revêtues leur organisme, sont répandues partout et les unes ou les autres d'entre elles apparaissent immédiatement, dès que des gouttes d'eau s'accumulent quelque part. Leur principal rôle dans ces milieux humides est d'y faire contrepoids au développement des ferments et des Schizomycètes, dont la puissance de multiplication est encore beaucoup plus grande que la leur. Ils les absorbent, les dévorent et entravent ainsi leur envahissement. Ce sont les destructeurs par excellence de ces Microphytes, qui en pullulant à l'excès rendent les eaux putrides. Mais, tout en les détruisant, ils s'assimilent leurs parties nutritives et, par leur propre accroissement et leur multiplication, reconstituent un aliment d'un degré supérieur, qui sert à l'entretien d'êtres d'une organisation plus élevée que la leur. C'est ainsi que les Rotateurs, les Bryozoaires, les petits Crustacés, les larves de beaucoup d'insectes et tant d'autres microzoaires pourchassent perpétuellement les Infusoires et s'en nourrissent avidement. Ces derniers leur servent donc d'intermédiaires pour faire arriver jusqu'à eux la matière vivante, empruntée au monde inorganique et élaborée par les Microphytes.

Tel est le poste de combat occupé par les Ciliés dans la lutte générale pour la vie, que tous les êtres vivants se livrent entre eux. Mais, envisagés dans les limites restreintes de leur groupe zoologique, ils exercent les uns contre les autres une concurrence vitale qui n'est pas moins énergique. La loi inexorable de la lutte pour l'existence, qui donne le plus faible et le moins bien armé en pâture

au plus fort et au mieux armé, ne se manifeste nulle part avec une évidence plus intense que dans ce petit monde. Renfermés dans l'espace étroit des petits aquariums, où nous les élevons et les cultivons, ils s'y livrent des batailles acharnées et sans repos, pour se disputer les aliments ou s'entre-dévorer.

Les espèces herbivores rivalisent d'activité pour s'enlever les unes aux autres les aliments. Si l'on désire, par exemple, obtenir une culture abondante de petites espèces, comme les Cryptochilums, on devra veiller avec le plus grand soin à en écarter les grandes Paramécies. Celles-ci, avec leur puissant tourbillon alimentaire, auraient bientôt fait d'absorber les aliments disponibles et ne laisseraient qu'une maigre nourriture à leurs petits compagnons. Mais c'est surtout entre herbivores et carnassiers que cette lutte se montre avec tout son acharnement[1]. Dans un milieu confiné, elle se termine toujours par l'extermination des premiers. C'est ainsi que les grandes Stylonichies et les grandes Oxytriches font disparaître en peu de temps les herbivores de petite et de moyenne taille, vivants dans les mêmes milieux qu'elles. Douées d'une grande puissance de reproduction, elles se multiplient rapidement, lorsque la nourriture est abondante. Leurs proies, entraînées irrésistiblement par les vigoureux battements de leurs membranes et membranelles buccales, sont saisies et dévorées avec une activité sans repos. Le *Didinium nasutum*, encore mieux armé pour cette chasse, n'épargne même pas les grosses Paramécies[2]. Il les pourchasse incessamment, les fou-

[1] C'est une loi générale dans tous les groupes zoologiques, que leurs représentants se sont divisés en espèces inoffensives se nourrissant des produits du règne végétal et en espèces carnassières dévorant les précédentes. Cette loi si apparente et si connue chez les animaux supérieurs, tels que les Mammifères, les Oiseaux et les Poissons, se manifeste avec des effets aussi intenses dans le monde microscopique des Infusoires.

[2] Balbiani, dans sa monographie de ce bel Infusoire (*Archives de zoologie*, t. II, 1873, p. 363-374) lui a décrit et figuré une trompe exsertile, sortant de la bouche au moment de la capture des proies. Cette trompe n'existe pas et n'est qu'une illusion d'observation. Voici comment s'explique l'erreur de Balbiani. Le Didinium jouit d'une agilité sans arrêt. Lorsqu'il vient de se précipiter sur une proie et de la tuer, il lui

droie de ses trichocystes et les avale avec une gloutonnerie insatiable. La *Leucophrys patula* est également un terrible ennemi pour les herbivores de petite et moyenne taille. Plus loin, en faisant connaître les observations sur sa puissance de multiplication, nous verrons quelle grande quantité d'aliments elle peut absorber et, par suite, le nombre énorme d'herbivores nécessaires pour repaître sa voracité. Je ne pousserai pas plus loin cette énumération, qui m'entraînerait à des répétitions inutiles à propos de chaque espèce du groupe des Ciliés chasseurs. Je tiens cependant à compléter cette esquisse, en consignant ici quelques observations sur les mœurs et la voracité du *Coleps hirtus*.

J'ai déjà donné[1] une description détaillée de ce petit carnassier, si curieux par les particularités de son organisation. Son étude, au point de vue de la lutte pour l'existence des Infusoires entre eux,

arrive fréquemment de s'en trouver un peu écarté par un faux mouvement. En s'écartant ainsi, il entraîne, attaché à l'extrémité rostrale de sa bouche, un cordon de sarcode, que l'on voit sortir de la perforation produite dans le corps de la victime par la pénétration des trichocystes. Le carnassier et sa proie restent donc reliés l'un à l'autre par ce cordon qui, étant donnée la rapidité avec laquelle tout cela se passe, peut aisément être confondu avec une trompe. Mais le Didinium engloutit rapidement cette prétendue trompe et rapproche ainsi le cadavre de sa proie, qui disparaît à son tour à la suite du cordon. — Fabre Domergue, essayant de réhabiliter le prétendu tube intestinal de cette espèce, m'accuse de ne pas avoir bien compris Balbiani (*Recherches anatomiques et physiologiques sur les Infusoires ciliés*, 1888, p. 64). Or, il me semble mériter cette accusation beaucoup mieux que moi. Une bulle d'air contenue dans une masse de verre, une gouttelette d'huile suspendue dans l'eau ne possèdent pas de *parois propres*. Ce sont de simples espaces, des *vacuoles* creusées dans des masses ambiantes. Les proies du *Didinium*, en pénétrant dans le cytoplasme, s'y creusent également une simple vacuole digestive, semblable à celles connues chez tant d'autres espèces. Qu'y a-t-il de commun entre cette vacuole digestive et l'intestin traversant une cavité périgastrique décrit par Balbiani? D'ailleurs, F. Domergue doit lire trop rapidement les travaux des auteurs qu'il défend ou critique. Autrement il ne m'aurait point accusé (p. 45) de négliger comme sans importance la structure élémentaire du cytoplasme, quand au contraire j'ai été un des premiers à publier des observations tant soit peu étendues sur cette structure, et cela à une époque où les objectifs homogènes étaient encore inconnus. Plus loin (p. 66), il me reproche de n'avoir pas donné d'explication de ma figure 27, pl. XX, qui se trouve expliquée en détail page 490 de mon Mémoire.

[1] *Archives de zoologie*, t. III, 1885, p. 337-367, pl. XVII.

n'est pas moins intéressante. Par sa petite taille, il semblerait destiné à un rôle de victime condamnée d'avance à servir de proie à tous les autres carnassiers. Son organisation en a fait, au contraire, un chasseur vigoureusement armé pour cette lutte. Sa carapace lui permet de résister à des ennemis beaucoup plus puissants que lui et, grâce à l'armature de sa bouche, il peut attaquer et dévorer des proies d'une vigueur et d'un volume bien plus grands que le sien. Voici quelques nouvelles observations à l'appui de ces considérations.

Sur une préparation de *Stylonichia pustulata*, disposée en vue d'une culture en chambre humide, s'étaient trouvés au début trois ou quatre Coleps, qui firent la chasse aux Cryptochilums destinés à la nourriture des Stylonichies et se multiplièrent en même temps que ces dernières. Tant que les Cryptochilums alimentant les deux carnassiers furent abondants, les Coleps attaquèrent peu les Stylonichies. Celles-ci, d'ailleurs fort bien nourries et très vigoureuses, se défendaient et échappaient sans peine aux poursuites des Coleps, en nombre encore restreint. Mais, après quatre à cinq jours, les Cryptochilums commencèrent à devenir rares. Les Coleps, par contre, s'étaient fort multipliés. Les Stylonichies, au nombre de plus de trois cents, manquaient de nourriture, et, pourchassées sans relâche par la bande également affamée de leurs petits ennemis, ne réussirent plus à éviter leurs attaques. En moins de vingt-quatre heures, les Coleps les eurent toutes tuées et dévorées, et il n'en resta plus une sur la préparation. Cette observation est excellente pour démontrer la puissance d'attaque de ce petit carnassier. Si l'on compare, en effet, le volume d'une *Stylonichia pustulata* à celui d'un Coleps, on reconnaît que la première est au moins seize fois plus grande que le second, et cependant, dans la lutte pour l'existence, c'est le petit qui l'emporte sûrement et rapidement, grâce à sa puissante armature buccale.

J'ai également vu plusieurs fois des Coleps attaquer avec succès des *Paramecium aurelia*, dont la taille est encore plus grande que celle des Stylonichies. Voici comment les choses se passent. Un Co-

leps réussit à s'accrocher à l'extrémité postérieure d'une Paramécie. Celle-ci, blessée par les pointes des denticules buccaux de son ennemi, se contracte énergiquement au point lésé, tout en s'agitant et s'enfuyant. Le Coleps ne lâche pas prise et se laisse entraîner. Le sarcode de la Paramécie ne tarde pas à exsuder et faire hernie par le point lésé. D'autres Coleps s'accrochent à leur tour sur ces hernies et élargissent la blessure. La Paramécie perd bientôt ses forces et ralentit ses mouvements. Le nombre de ses vampires s'augmente. Elle finit par demeurer immobile, et toute sa masse sarcodique se désorganise en une bouillie granuleuse. Les Coleps accourent de toutes parts, se précipitant sur cette curée. J'en ai compté plus de quarante à cinquante, ainsi attablés sur chaque cadavre de Paramécie. Les voraces carnassiers dépècent leur proie en très peu de temps, et, trois à quatre minutes après sa mort, il ne reste plus rien d'une Paramécie.

Dans les moments de grande disette, les Coleps s'attaquent également à leurs semblables. Mais, dans ce cas, ce sont seulement les individus issus d'une récente bipartition qui succombent sous les coups de leurs congénères. Chez ces individus, une moitié du corps seulement est protégée par l'ancienne carapace, l'autre moitié étant encore nue. C'est par cette moitié vulnérable que leurs congénères les attaquent et les dévorent, en laissant la moitié de carapace solide vidée de tout son contenu sarcodique.

Cette concurrence acharnée des Ciliés entre eux, nous donne une facile explication d'un phénomène bien connu de tous ceux qui se sont occupés avec un peu de suite de leur étude. Dans les petits aquariums à infusoires, où nous les tenons et les élevons pour les besoins de nos recherches, leurs espèces apparaissent successivement, en se remplaçant dans un ordre à peu près constant. Au début, les espèces herbivores, trouvant une abondante nourriture de Schizomycètes, pullulent et nettoient l'eau de ces microphytes. Les carnassiers entrent alors en scène, donnent la chasse aux herbivores, les dévorent et les font disparaître en se multipliant à leur tour. Ces

derniers, lorsque les aliments sont épuisés, s'enferment dans des kystes pour y attendre le retour de l'abondance[1]. Toutes leurs espèces jouissent, en effet, de la faculté de sécréter des enveloppes kystiques, dans lesquelles elles peuvent vivre enfermées pendant des années sans prendre de nourriture. Cette faculté appartient aussi à certaines espèces herbivores ; mais il en est d'autres, même parmi les plus communes, que personne n'a encore vues s'enkyster. Les Paramécies, les Colpidiums, les Coleps sont dans ce cas. Lorsqu'on les place dans des milieux dépourvus d'aliments, on les y voit dépérir d'inanition. Cette absence de kyste rend leur dissémination universelle fort embarrassante à expliquer. Il y a là un problème inexpliqué, dont quelque donnée essentielle nous échappe pour le moment.

LES FAITS.

Maintenant que nous connaissons bien les lois et conditions générales qui président à l'alimentation des Ciliés, nous pouvons passer à l'étude spéciale des espèces, sur lesquelles j'ai expérimenté, dans le but de déterminer exactement leur puissance de développement. Ces expériences consistent en cultures méthodiques d'Infusoires isolés, auxquels j'ai toujours donné une nourriture convenable et abondante. Ces cultures se font sur porte-objet en préparations microscopiques ordinaires, tenues dans les chambres humides, comme je l'ai décrit plus haut. Tous les jours, à la même heure, ces prépara-

[1] C'est une opinion, on peut le dire, devenue classique, que les Ciliés s'enkystent surtout sous l'influence de l'évaporation de l'eau, pour se préserver de la dessiccation. Cette opinion est en grande partie erronée ; car il suffit de supprimer les vivres à toutes les espèces jouissant de cette faculté, pour les voir bientôt sécréter cette enveloppe protectrice, sans qu'il se soit produit la moindre évaporation dans l'eau ambiante. Toutes les expériences (Cienkowski, Claparède) citées à l'appui de cette fausse opinion, n'ont pas d'autre signification. Les Infusoires placés dans des gouttes d'eau s'évaporant lentement, s'y sont enkystés, parce qu'ils y ont épuisé en peu de temps toute la nourriture disponible. On trouvera plus loin, dans les notes et observations de mes cultures de *Stylonichia pustulata*, de nombreuses expériences à l'appui de cette manière de voir. Il est bien entendu que je ne m'occupe ici ni des kystes de reproduction, ni des kystes de digestion.

tions ont été examinées et l'observation consignée sur un journal divisé en six colonnes. Sur la première de ces colonnes, j'ai inscrit la date ; sur la seconde, la température ; sur la troisième, le nombre d'individus ; sur la quatrième, le nombre de bipartitions dans les vingt-quatre heures ; sur la cinquième, le nombre total de bipartitions depuis le début de la culture ; sur la sixième, enfin, les observations particulières, lorsqu'il y avait lieu d'en faire. On obtient des chiffres de température suffisamment exacts, en suspendant un bon thermomètre près des chambres humides. Plusieurs fois, j'ai contrôlé ces chiffres, en couchant un second thermomètre à l'intérieur des chambres humides, à côté même des préparations ; les indications des deux thermomètres furent identiques, à quelques dixièmes de degré près. Après chaque nouvel isolement, la préparation antécédente a toujours été conservée pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que j'aie acquis la certitude que le nouveau progéniteur et ses descendants étaient bien constitués.

J'ai étudié ainsi le développement et la multiplication de 20 espèces. Sur ces 20 Ciliés, 8 ont été observés pendant plusieurs mois, 4 pendant un mois et les 8 autres pendant au moins quinze jours.

Je ne reproduirai pas ici les journaux d'observation de toutes ces espèces. Leur reproduction intégrale m'entraînerait à des répétitions fastidieuses et sans intérêt. Je me contenterai de donner, à titre de spécimen, celui de la culture la plus longue et la plus complète que j'aie faite. Elle suffira pour donner une idée des autres, dont je me bornerai à faire connaître les résultats. L'espèce sur laquelle je possède les plus longues observations est la *Stylonichia pustulata ;* c'est donc par elle que nous allons commencer.

Stylonichia pustulata.

La *Stylonichia pustulata* est la première espèce dont j'aie fait des élevages méthodiques et continus. Au 1er novembre 1885, j'isolai un premier individu pris dans un aquarium, et en poursuivis les générations successives jusqu'au 26 mars 1886, où cette culture s'éteignit

par épuisement de l'espèce après 215 bipartitions ininterrompues. Au cours de cette culture, j'en tirai de temps à autre des individus, que je mélangeai avec d'autres Stylonichies de provenance étrangère et obtins ainsi de nombreuses conjugaisons. J'isolai, le 22 février 1886, un de ces couples formés vers la 156e bipartition de la culture. Après la disjonction, je supprimai une des ex-conjuguées et conservai l'autre pour en faire le progéniteur d'une seconde culture méthodique et suivie. Celle-ci a duré de la fin de février au 10 juillet, époque à laquelle elle s'est également éteinte par épuisement de l'espèce, après une série de 316 bipartitions. C'est cette seconde culture dont je vais donner le journal complet et détaillé.

La *Stylonichia pustulata* est, comme toutes les Oxytrichides, un Cilié à tourbillon. Elle peut se nourrir de Schizomycètes et de petits Infusoires. Dans ces longues cultures, je l'ai constamment alimentée avec des *Cryptochilum nigricans*, qu'elle dévorait avec avidité et dont elle n'a jamais manqué un instant.

	Date.	Temp.	Individus.	Bipartitions.		
Février.	27	16°	1			Cette ex-conjuguée isolée a recommencé à manger le 27, à trois heures du soir, et s'est fissiparée pour la première fois le 28, à deux heures du soir.
	28	16	2	1	1	
Mars...	1	16	4	1	2	
	2	16	32	3	5	
	3	17	147	2	7	
	4	18	483	2	9	
	5	18	935	1	10	
	J'isole une de ces 935.					
	6	19	2	1	11	Les Stylonichies de cette préparation ayant fini par manquer de nourriture se sont enkystées. Je les supprime le 12.
	7	19	8	2	13	
	8	18	64	3	16	
	9	17	230	2	18	
	J'isole une de ces 230.					
	10	17	4	2	20	Enkystements après manque de vivres. Suppression le 15.
	11	17	16	2	22	
	12	16	126	3	25	
	J'isole une de ces 126.					
	13	16	4	2	27	Le 20, suppression après nombreux enkystements.
	14	16	30	3	30	
	15	15	92	1	31	
	J'isole une de ces 92.					

	Date.	Temp.	Individus.	Bipartitions.		
Mars...	16	15	4	2	33	J'avais introduit par mégarde des *Coleps hirtus* sur cette préparation. Lorsque la nourriture est venue à manquer, ces Coleps ont attaqué et dévoré les Stylonichies, dont il ne restait plus une le 20 au soir.
	17	17	16	2	35	
	18	17	80	2	37	
	19	18	216	2	39	
	J'isole une de ces 216.					
	20	18	4	2	41	Suppression le 26, après de nombreux enkystements.
	21	18	12	2	43	
	22	18	37	1	44	
	23	18	168	2	46	
	J'isole une de ces 168.					
	24	18	4	2	48	Enkystements et suppression le 29.
	25	18	32	3	51	
	26	18	214	3	54	
	J'isole une de ces 214.					
	27	18	4	2	56	Enkystements et suppression le 2 avril.
	28	18	32	3	59	
	29	18	147	2	61	
	J'isole une de ces 147.					
	30	18	4	2	63	Nombreux enkystements. Suppression le 5. Une partie des 350 extraites et mélangées avec des étrangères ne se sont pas conjuguées.
	31	18	16	2	65	
Avril...	1	18	80	2	67	
	2	19	350	2	69	
	J'isole une de ces 350.					
	3	20	8	3	72	Suppression le 8, après de nombreux enkystements. Extraction et mélange sans obtenir de conjugaisons.
	4	21	45	2	74	
	5	22	322	3	77	
	J'isole une de ces 322.					
	6	22	8	3	80	Enkystements et suppression le 12. Extraction et mélange sans conjugaisons.
	7	22	47	2	82	
	8	20	250	3	85	
	J'isole une de ces 250.					
	9	19	4	2	87	Enkystements et suppression le 15. Extraction et mélange sans conjugaisons.
	10	18	17	2	89	
	11	18	72	2	91	
	12	18	220	2	93	
	J'isole une de ces 220.					
	13	16	4	2	95	Enkystements et *atrophies*. Extraction et mélange sans conjugaisons.
	14	16	13	2	97	
	15	16	27	1	98	
	J'isole une de ces 27.					
	16	16	2	1	99	Enkystements et suppression le 24. Extraction et mélange sans conjugaisons.
	17	16	8	2	101	
	18	17	64	3	104	
	19	18	219	2	106	
	J'isole une de ces 219.					

	Date.	Temp.	Individus.	Bipartitions.		
Avril...	20	18	4	2	108	Enkystements.
	21	17	13	2	110	
	J'isole une de ces 13.					
	22	18	4	2	112	Enkystements et suppression le 30.
	23	19	23	2	114	Extraction et mélange sans conjugaisons.
	24	20	59	2	116	
	25	19	168	1	117	
	26	19	574	2	119	
	J'isole une de ces 574.					
	27	19	8	3	122	Enkystements.
	28	18	15	1	123	
	J'isole une de ces 15.					
	29	19	7	3	128	Enkystements. Extraction et mélange avec étrangères ; trois couples.
	30	19	50	3	129	
Mai....	1	20	221	2	131	
	J'isole une de ces 221.					
	2	19	8	3	134	Enkystements.
	3	19	25	2	136	
	4	20	102	2	138	
	J'isole une de ces 102.					
	5	19	4	2	140	Enkystements. Extraction et mélange avec étrangères; quinze couples.
	6	19	22	2	142	
	7	19	80	2	144	
	8	19	230	2	146	
	9	20	600	1	147	
	J'isole une de ces 600.					
	10	21	6	3	150	Le 12, extraction et mélange avec étrangères ; nombreux couples. Enkystements des non mélangées.
	11	21	51	3	153	
	12	22	330	2	155	
	J'isole une de ces 330.					
	13	24	16	4	159	Le 15, extraction et mélange avec étrangères ; nombreux couples. Quelques couples entre non mélangées.
	14	24	80	2	161	
	15	22	374	3	164	
	J'isole une de ces 374.					
	16	22	4	2	166	
	J'isole une de ces 4.					
	17	20	8	3	169	Le 19, extraction et mélange. Nombreux accouplements tant chez les mélangées que chez les non mélangées.
	18	20	59	3	172	
	19	20	244	2	174	
	J'isole une de ces 244.					
	20	23	7	3	177	Nombreuses conjugaisons sans mélange.
	21	23	30	2	179	
	22	22	127	2	181	
	23	22	507	2	183	
	J'isole une de ces 507.					

	Date.	Temp.	Individus.	Bipartitions.		
Mai....	24	23	7	3	186	Enkystements sans conjugaisons.
	25	22	54	3	189	Suppression le 1er juin.
	26	21	159	1	190	
	27	22	492	2	192	
	J'isole une de ces 492.					
	28	22	7	3	195	Pas de mélange ; une vingtaine de
	29	22	23	1	196	couples.
	30	22	73	2	198	
	31	21	281	2	200	
	J'isole une de ces 281.					
Juin....	1	21	8	3	203	Pas de mélange ; nombreuses con-
	2	22	29	2	205	jugaisons.
	3	22	87	1	206	
	4	22	298	2	208	
	5	22	320	1	209	
	J'isole une de ces 320.					
	6	22	8	3	212	Pas de mélange ; enkystements.
	7	22	56	3	215	
	J'isole une de ces 56.					
	8	22	4	2	217	Mélange ; couples avec mélangées
	9	22	26	3	220	et non mélangées.
	10	23	105	2	222	
	11	23	466	2	224	
	J'isole une de ces 466.					
	12	23	8	3	227	Mélange ; conjugaisons avec mé-
	13	22	47	2	229	langées et non mélangées.
	14	23	170	2	231	
	J'isole une de ces 170.					
	15	22	8	3	234	Atrophiées.
	J'isole une deuxième des 170.					
	16	22	4	2	236	Pas de mélange ; se sont conju-
	17	21	8	1	237	guées, puis atrophiées.
	18	22	64	3	240	
	J'isole une de ces 64.					
	19	23	4	2	242	Atrophiées.
	20	24	22	2	244	
	J'isole une de ces 22.					
	21	24	8	3	247	Pas de mélange ; se sont conju-
	22	24	118	4	251	guées, puis atrophiées.
	J'isole une de ces 118.					
	23	23	4	2	253	Pas de mélange ; se sont conju-
	24	23	38	3	256	guées, puis atrophiées.
	25	24	158	2	258	
	J'isole une de ces 158.					
	26	24	16	4	262	
	J'isole une de ces 16.					

	Date.	Temp.	Individus.	Bipartitions.		
Juin....	27	24	12	4	266	Extinction par atrophie sans enkystement.
	28	26	179	3	269	
	J'isole une de ces 179.					
	29	24	32	5	274	Atrophiées.
	30	25	616	4	278	
	J'isole une de ces 616.					
Juillet..	1	25	11	3	281	Atrophies et enkystement.
	2	26	161	4	285	
	J'isole une de ces 161.					
	3	25	16	4	289	Conjugaisons sans mélange et atrophies.
	4	26	233	4	293	
	J'isole une de ces 233.					
	5	25	16	4	297	Atrophiées.
	6	25	313	4	301	
	J'isole une de ces 313.					
	7	25	4	2	303	Conjugaisons sans mélanges et atrophiées.
	8	26	64	4	307	
	J'isole une de ces 64.					
	9	27	32	5	312	
	10	28	510	4	316	

J'isole une de ces 510 ; mais elle ne donne naissance qu'à des atrophiées qui, ne prenant plus de nourriture, meurent bientôt. Celles restées sur la préparation du 8 se sont encore multipliées, en donnant également naissance à des atrophiées. Celles-ci végètent quelques jours sans prendre de nourriture et meurent bientôt, de sorte que le 13, au matin, il n'en restait plus une seule, bien que pendant tout ce temps elles aient eu une abondante nourriture à leur disposition. Cette nourriture était composée, comme toujours, de *Cryptochilum nigricans*, qui se maintinrent, sur les préparations, vigoureux et bien portants. La mort des Stylonichies ne peut donc pas être attribuée à une altération survenue dans l'eau des préparations ; mais elle a eu pour cause la dégénérescence amenée par l'épuisement des générations agames. Nous reviendrons, d'ailleurs, plus amplement sur cette importante question.

De l'examen de ces longues colonnes de chiffres ressort, avec évidence, l'influence considérable que la température a sur le développement des Ciliés. Afin de mieux compléter cette démonstration, je

vais encore reproduire une culture de la même espèce, et d'une courte durée, faite dans les conditions de température les plus basses que j'aie pu obtenir. La chambre humide, contenant cette culture, avait été installée en dehors, sur le rebord d'une fenêtre orientée au nord. Un thermométographe, à maxima et à minima, me donnait les températures extrêmes. Leurs moyennes peuvent être considérées comme répondant à une température constante quotidienne.

	Date.	Min.	Max.	Moy.	Individus.	Bipartitions.	
Janvier...	1	4	7,5	5,5	1		
	2	6	7,5	6,5	2	1	1
	3	5,5	10	7,5	2	0	
	4	3,5	11,5	7,5	4	1	2
	5	9	14	11,5	8	1	3
	6	12	16	14	32	2	5
	J'isole une de ces 32.						
	7	11	13	12	2	1	6
	8	9,5	15	12	4	1	7
	9	9	12,5	10,5	8	1	8
	10	9	12,5	10,5	32	2	10
	11	8	12	10	64	1	11
	12	8	13	10,5	126	1	12
	J'isole une de ces 126.						
	13	6	12	9	2	1	13
	14	8,5	15	11,5	4	1	14
	15	10	15	12,5	13	2	16
	16	9			31	1	17

En combinant les résultats de ces diverses cultures, nous voyons que la *Stylonichia pustulata*, abondamment pourvue de nourriture animale, peut, par vingt-quatre heures, se fissiparer

1 fois.	2 fois.	3 fois.	4 fois.	5 fois.
avec 5° à 10°	— 10° à 15°	— 15° à 20°	— 20° à 24°	— 24° à 28°.

et par conséquent, suivant la température, donner naissance à 2, 4, 8, 16 ou 32 individus par vingt-quatre heures.

On pourrait m'objecter que ces chiffres maxima ne sont pas constants, et que sur mes tableaux il s'en trouve très fréquemment de moins élevés ; que, par suite, ces résultats ne répondent pas à la réalité et exagèrent beaucoup la véritable puissance de multiplica-

tion de cet Infusoire. Rien de plus aisé que de répondre à cette objection. Dans les conditions d'élevage où se cultivent les Infusoires, il est impossible de leur donner constamment une nourriture entièrement pure. Elle est toujours plus ou moins mélangée de productions étrangères. Or, j'ai souvent remarqué que la présence de certains Schizomycètes était défavorable au développement des Ciliés et pouvait même, dans certains cas, l'entraver complètement. Il suffit donc d'une proportion plus ou moins grande de ces Schizomycètes dans les milieux de culture pour causer des variations correspondantes dans l'accroissement et la multiplication des Ciliés. En outre, dans les milieux étroits où je les élève, il peut et doit arriver que les individus ne se trouvent pas également bien placés, par rapport aux aliments et à leur préhension. De là des retards dans l'accroissement de certains d'entre eux et des variations dans les résultats généraux. Les chiffres par lesquels je résume ces cultures correspondent donc à des conditions de milieu et de nourriture dégagées de ces influences contraires et étant, par conséquent, les plus avantageuses et les plus favorables à la multiplication du Cilié.

Il me faut encore écarter une autre objection, d'un ordre différent, consistant à expliquer ces variations, par des différences individuelles, dans la capacité de développement des divers individus. Que des différences de cette nature existent réellement et que des individus d'une même espèce puissent posséder une puissance de multiplication plus grande les uns que les autres, j'en donnerai plus loin la preuve incontestable, en résumant mes expériences de culture de l'*Onychodromus grandis* et de la *Leucophrys patula*. Mais j'ai la conviction, sinon la certitude, que ces différences ne se manifestent qu'entre individus appartenant à des cycles de développements différents et ne descendant pas d'un même progéniteur. Dans toutes mes cultures, j'ai toujours vu tous les descendants, bien organisés, d'un même ancêtre, s'accroître et se multiplier avec la plus parfaite uniformité. Il y a, j'en suis persuadé, transmission intégrale de la faculté de développement d'une génération à l'autre, et l'équiva-

lence physiologique la plus complète doit exister entre tous les individus, bien constitués, produits par ces générations successives. Ce n'est que plus tard, après une longue série de multiplications agames, que cette faculté se modifie et s'affaiblit par une dégénérescence, qui affecte simultanément tous les individus d'un même cycle. Mais alors, nous nous trouvons en face de phénomènes d'un autre ordre et dont nous aborderons la description plus loin.

J'ai fait quelques petits calculs, afin de rendre la puissance de multiplication de la *Stylonichia pustulata* plus frappante. Cet infusoire, lorsqu'il s'enkyste[1], le fait sous forme de petites sphères très régulières, et dont on peut calculer très exactement le volume. Le diamètre de ces kystes ayant, en moyenne, de 57 à 58 μ, il en résulte que le volume d'une Stylonichie est égal à 100000 μ cubes et que, par suite, il en faut 10000 pour faire 1 millimètre cube, et 10 millions pour 1 centimètre cube. Le protoplasma ayant une densité à peu de chose près égale à celle de l'eau, ces 10 millions de Stylonichies pèseront 1 gramme, et 10 billions 1 kilogramme. Une *Stylonichia pustulata*, par une température de 25 à 26 degrés centigrades, se fissiparant cinq fois par vingt-quatre heures, enfantera 10 millions d'individus vers la fin du cinquième jour, et 10 billions vers le milieu

[1] Cet enkystement a été fort exactement décrit par Engelmann (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, t. XI, 1862, p. 356, pl. XXIX, fig. 1, 2, 3), sauf une erreur portant sur un point assez intéressant. L'observateur allemand affirme qu'avant de s'enkyster, les Stylonichies rejettent au dehors par l'anus tous les bols alimentaires qu'elles avaient avalés auparavant. Quand elles s'enkystent, elles n'ont plus de masses alimentaires à rejeter, ces bols étant digérés et assimilés depuis longtemps. Les Stylonichies ne s'enkystent que lorsque la nourriture leur fait défaut et qu'elles jeûnent depuis quelque temps déjà. Les fèces qu'on leur voit rejeter à ce moment sont des amas de corpuscules biréfringents d'urate de soude, dont tout leur corps était pour ainsi dire farci auparavant. Elles s'en débarrassent si complètement, qu'elles en deviennent toutes transparentes de noirâtres qu'elles étaient auparavant. C'est cet état que Stein (*Der Organismus*, t. I, 1859, p. 163, pl. IX, fig. 7) avait décrit et figuré sans le comprendre et que Engelmann a reproduit de nouveau. Si, à ce moment, on examine les Stylonichies avec l'appareil de polarisation, on ne leur trouve plus un seul corpuscule biréfringent dans le corps. Ces corpuscules manquent également dans les kystes. Toutes les Oxytrichides se débarrassent ainsi de leurs corpuscules d'urate de soude avant de s'enkyster.

du septième ; c'est-à-dire qu'une seule Stylonichie pourrait produire 1 gramme de protoplasma en un peu moins de cinq jours, et 1 kilogramme en six jours et demi[1].

Poussons encore plus loin ce calcul en tenant compte, non plus du poids, mais du volume, et continuons-le jusqu'à la cent cinquantième génération qui, chez la *Stylonichia pustulata*, paraît correspondre à la période de maturité sexuelle parfaite. En supposant toujours la même température, elle arrivera vers la fin du trentième jour. Le total de tous les individus issus de cette cent cinquantième génération donne un nombre commençant par 1 suivi de 44 zéros, et tous ces individus, réunis en une masse unique, représenteraient une sphère 1 million de fois plus volumineuse que le soleil. Bien que ces chiffres énormes ne correspondent à rien de réel et même de réalisable, ils n'en projettent pas moins un jour singulier sur tout ce qu'il y a de prodigieux dans les activités physiologiques et les énergies moléculaires organiques de ces petits êtres.

Afin de bien démontrer l'influence de la qualité des aliments, j'ai cultivé, pendant quarante-cinq jours, une Stylonichie et ses descendants, en leur donnant, pour toute nourriture, la bouillie claire de farine cuite, dont j'ai parlé plus haut. Cette Stylonichie avait été extraite d'une de mes deux grandes cultures. Elle et ses descendants ont fort bien vécu avec cet aliment ; mais avec un développement beaucoup plus lent et moins de vigueur. Tandis que les Stylonichies de la grande culture, nourries avec des Cryptochilums, se sont fissiparées 73 fois, celles-ci ne l'ont fait que 27 fois pendant cette durée de quarante-cinq jours. Elles ne se fissiparaient qu'une fois par vingt-quatre heures, avec 14 à 18 degrés centigrades, et deux fois

[1] Cette puissance d'accroissement est encore dépassée de beaucoup par celle des Schizomycètes. Le *Bacillus subtilis*, étudié par Brefeld, par une température de 30 degrés centigrades, se multiplie une fois par trente minutes, ou quarante-huit fois par vingt-quatre heures. Il pourrait donc, en un jour, donner naissance à 263 trillions d'individus. Sa longueur étant de 6 μ et son diamètre de 0,5 μ, le volume d'un individu égale 1,178 μ cube et celui des 263 trillions d'individus 310 centimètres cubes.

avec 18 à 22 degrés. En outre, leur longueur s'était réduite à 125 μ, de 160 μ que mesuraient les Stylonichies de la culture mère.

Nous avons vu plus haut que les cultures poursuivies sans interruption finissent par s'éteindre d'elles-mêmes par épuisement de l'espèce ou, plus exactement, par dégénérescence sénile. Je l'ai constaté dans mes deux longues cultures du 1er novembre 1885 et du 27 février 1886. Elles se sont terminées, l'une et l'autre, de la même façon. Comme ce fut avec la première de ces cultures que j'observai, pour la première fois, ce phénomène, il me prit un peu à l'improviste.

Le 28 février 1886, j'avais fait une nouvelle préparation, en isolant une Stylonichie de cette culture, qui en était à sa cent soixante-dix-septième bipartition. Je ne conservai pas les nombreuses sœurs de cette isolée, et il était trop tard, lorsque je m'aperçus qu'elle avait un aspect comme étiolé. Son corps était transparent, amaigri, de petite taille, bien qu'elle fût entourée d'une abondante nourriture. Elle se nourrissait, en effet, à peine et resta deux jours sans fissiparer. Le troisième jour seulement, elle se fissipara deux fois, et une fois le quatrième. Mais, parmi les individus résultant de ces bipartitions, les uns avaient un aspect extérieur normal et se nourrissaient bien, tandis que les autres ne prenaient plus aucune nourriture et se présentaient avec des formes atrophiées, que nous étudierons dans un instant. Voulant à tout prix prolonger cette culture, je choisis un individu à aspect normal, mangeant bien, et l'isolai. Les mêmes phénomènes se reproduisirent, et ayant continué à isoler des individus choisis, je les vis se répéter jusqu'au 20 avril, où j'abandonnai cette culture et laissai périr les derniers survivants. Avec un peu de soin et une sélection constante des reproducteurs, j'aurais encore pu, bien certainement, la prolonger quelque temps ; mais sans aucun intérêt, puisque les phénomènes s'y répétaient absolument identiques, de préparations en préparations. L'atrophie allait cependant croissante sur les dernières, et les bons reproducteurs y devenaient plus rares. Dès les premiers jours de mars, je tuai avec les

réactifs et préparai de nombreux individus, dont je pus étudier complètement la structure atrophiée. Mais, avant de les décrire, je dois entrer dans quelques explications sur la dégénérescence de la seconde culture du 27 février 1886.

Prévenu par ce qui s'était passé sur la précédente, je veillai celle-ci avec plus de soin et dès le 15 avril, vers la centième bipartition, j'aperçus quelques atrophiées ne mangeant plus et dépérissant sans se reproduire. Ces atrophiées se montrèrent d'abord en petit nombre, comparé à celui des Stylonichies bien constituées et bien portantes. Mais à partir du 15 juin, vers la deux cent trentième bipartition, elles se multiplièrent d'une façon compromettante pour la continuation de la culture. Je ne réussis, dès lors, à l'entretenir, qu'en choisissant, avec le plus grand soin, des reproducteurs bien constitués, du moins dans leur aspect extérieur. Elle s'éteignit enfin le 10 juillet, malgré tous mes soins, après une série indiscontinue de 316 bipartitions. Toutes les dernières Stylonichies y périrent par atrophie, incapables de se nourrir et de se reproduire.

Voyons en quoi consiste cette dégénérescence. On peut y distinguer deux degrés de développement. Au premier degré, les individus qui en sont affectés n'en laissent rien paraître dans leur aspect extérieur. Leur taille seule est un peu réduite, puisqu'ils ne mesurent plus que 110 à 135 μ. Ils continuent à se nourrir et se multiplier aussi activement qu'à l'état normal, ainsi que le démontre le journal de culture, sur lequel nous voyons les bipartitions ne subir aucun ralentissement pendant les mois de juin et de juillet, bien que cette culture fût déjà entièrement arrivée à ce premier degré de dégénérescence. Mais si ces dégénérés du premier degré conservent encore toute leur faculté de reproduction, ils donnent, par contre, fréquemment naissance à des dégénérés du second degré qui, eux, ont perdu tout pouvoir de se nourrir et de se reproduire. En outre, lorsqu'on les tue, en les préparant, pour étudier leur organisation interne, on constate une dégradation particulière de l'appareil nucléaire.

Le nucléus conserve encore sa structure intime normale, et il paraît absorber, comme d'habitude, les teintures colorantes spéciales de la chromatine. Mais il a, dès lors, une tendance très marquée à se fragmenter par un simple étranglement. A côté d'individus à nucléus normalement constitué de deux corps reliés par un ligament, on en trouve beaucoup chez lesquels le corps nucléaire antérieur est à moitié étranglé, d'autres où l'étranglement, complètement achevé, le divise en deux, d'autres enfin dont le corps nucléaire postérieur est également fragmenté en deux (pl. IX, fig. 1, 2, 3). Cette fragmentation ne dépasse jamais le nombre de quatre. Les fragments prennent des formes arrondies plus ou moins irrégulières, et il m'a semblé qu'aucune commissure ne les rattachait plus les uns aux autres.

Le micronucléus[1] éprouve une dégénérescence plus complète. Cet organe est représenté, chez cette espèce, par plusieurs petits corpuscules sphériques, pouvant atteindre au nombre de six. Il commence par subir une forte réduction, qui ramène ce nombre au chiffre uniforme de deux. C'est surtout en cet état que les accouplements féconds s'effectuent. On peut donc le considérer comme caractérisant la maturité sexuelle de l'espèce. Plus tard, la dégéné-

[1] Aujourd'hui que nous connaissons complètement le véritable rôle et la signification de cet organe, il est devenu impossible de continuer à le désigner par le mot *nucléole*. Ce dernier terme s'applique, en effet, dans la cytologie générale, à des objets d'une nature tout autre et avec lesquels il importe d'autant plus de ne pas confondre le nucléole des Ciliés, qu'on rencontre quelquefois des nucléoles proprement dits chez les Infusoires eux-mêmes. J'emploierai donc constamment le mot *micronucléus* pour désigner l'organe connu jusqu'à ce jour sous le nom de *nucléole*. Cette nouvelle dénomination m'a paru d'autant mieux appropriée, que dans son sens étymologique elle n'implique d'autre idée que la différence de volume, toujours si grande entre le nucléus proprement dit et le micronucléus. Bütschli avant moi (*Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle*, etc., 1876, p. 147) avait déjà proposé d'appeler le nucléole *nucléus primaire*, et le nucléus proprement dit, *nucléus secondaire*. Mais aucun des deux n'est primaire ou secondaire par rapport à l'autre, puisque nous savons maintenant qu'ils ont une origine commune. Il y a simplement entre eux une différence de fonction, que les termes adoptés par Bütschli n'expliquent nullement. Ces termes sont donc impropres, et j'ai préféré celui que je propose, avec son sens à la fois plus restreint et plus exact.

rescence continue son œuvre de dégradation, et l'atrophie micronucléaire s'accentue graduellement.

Alors, sur les préparations, on commence par trouver des individus n'ayant plus qu'un seul micronucléus, à côté d'autres qui en sont absolument dépourvus ; puis, plus tard enfin, ces derniers seuls existent encore. Je n'ai malheureusement pas déterminé le moment exact où cette atrophie micronucléaire est devenue complète et générale sur mes deux longues cultures. J'ai cependant la certitude expérimentale que, pour la première, le micronucléus n'a plus existé à partir du 28 février, et que par conséquent toutes les générations de Stylonichies apparues depuis cette date jusqu'au 20 avril, où j'ai laissé cette culture s'éteindre, étaient dépourvues de cet organe. Pour la seconde, je ne possède cette certitude expérimentale qu'à partir du 29 juin, c'est-à-dire depuis la 269e bipartition. Je fis, en effet, à cette date une préparation tuée avec les réactifs, sur laquelle toutes les Stylonichies, sans aucune exception, se montrèrent dépourvues de micronucléus. Mais je suis persuadé que cet état était général dans cette culture bien auparavant et que c'est à lui que sont dues les atrophies complètes, sans enkystement et sans conjugaisons, des préparations du 14 et du 18 juin, consignées sur le journal. A cette première date du 14, cette culture en était à sa 230e bipartition; il en résulterait que les Stylonichies ont dû s'y développer et s'y multiplier pendant près de cent générations, tout en étant dépourvues de micronucléus. Ce fait est d'une grande importance, pour comprendre la signification et le rôle de cet organe. Nous y reviendrons plus tard.

Au second degré de dégénérescence, les Stylonichies perdent tout pouvoir de s'accroître et se multiplier. Elles ne prennent plus aucune nourriture, et leur corps, amaigri, devient très transparent. La taille s'est encore beaucoup réduite et ne mesure plus que 70 à 90 μ. En même temps, elles ont subi de fortes atrophies dans leurs organes extérieurs; toutes les membranelles frontales, ainsi que le front, ont entièrement disparu (pl. IX, fig. 2, 3, 4), et, de l'arc vibratile

buccal, il ne reste plus que les dernières membranelles au voisinage de la bouche. La disparition de ces membranelles frontales entraîne nécessairement la suppression du tourbillon, qui apportait les aliments à la bouche. Celle-ci reste désormais absolument impuissante à saisir aucune proie ou corpuscule alibile d'une nature quelconque. Je n'ai pas réussi à observer le processus suivant lequel cette atrophie des membranelles frontales s'effectue ; mais je suis convaincu qu'elle se fait à la suite d'une bipartition des dégénérées du premier degré. Les fragments nucléaires sont devenus encore plus irréguliers de formes. Ces Stylonichies atrophiées continuent à se fissiparer (fig. 4, 5, 6) deux, et peut-être trois fois. Chaque nouvelle bipartition amène une réduction plus grande de la taille, et, finalement, on ne rencontre plus que de petits avortons (fig. 7), mesurant à peine de 40 à 45 μ. Chez ces avortons, les cirres ventraux et transversaux ont disparu ; mais ils conservent leurs cirres marginaux et leurs cirres latéraux, plus quelques-unes des membranelles buccales, qui indiquent encore l'emplacement de l'ancienne bouche. Les fragments nucléaires persistent jusqu'au dernier moment de l'existence de ces avortons, qui, après quelques jours, finissent par une atrophie complète et une dissolution de tout leur être ne laissant aucune trace.

Telle est la marche et la fin de cette dégénérescence sénile chez la *Stylonichia pustulata*. Dans ma seconde culture, où je l'ai observée dès le début de son apparition, je crois avoir saisi son évolution sous sa forme vraie et complète. Cette culture, en effet, commencée avec une Stylonichie sortant de conjugaison, doit représenter un cycle évolutif parfait de cette espèce. La dégénérescence y apparaît d'abord, pour ainsi dire, à l'état sporadique, n'attaquant que quelques individus, et cela dès la 100e génération. Puis, plus tard, vers la 200e génération, elle tend à se répandre et attaque un nombre d'individus de plus en plus grand. Elle se généralise, enfin, vers les 230e à 240e générations, à partir desquelles tous les individus en sont affectés. La mort et l'extinction de ce cycle de générations devient

alors inévitable, dans un délai plus ou moins long. A l'état libre, dans les conditions naturelles de la lutte pour l'existence, ce délai doit être court, et les Stylonichies, affectées du premier degré de dégénérescence, ne peuvent réussir à s'y conserver et se propager qu'avec grande difficulté. Elles sont, en effet, devenues plus faibles et plus délicates ; et si, dans mes cultures, elles continuent à s'accroître et se multiplier encore assez longtemps, elles n'y parviennent que grâce aux soins avec lesquels la nourriture leur est toujours donnée en abondance, et surtout grâce à leur isolement, qui les met à l'abri des risques et périls de la concurrence vitale. Il ne faut donc guère espérer de rencontrer des dégénérées du premier et du second degré dans la nature, car elles doivent y succomber presque immédiatement après leur apparition.

Cette dégénérescence, en outre des atrophies qui viennent d'être décrites, se manifeste encore par des phénomènes d'un autre ordre. Dans les notes du journal de culture, nous voyons, en effet, que, tout d'abord, les Stylonichies des préparations abandonnées à elles-mêmes sans renouvellement de la nourriture, finissent toujours par s'enkyster, aussi bien chez les mélangées que chez les non mélangées. Plus tard, vers la 130e génération, commencent à apparaître des accouplements chez les mélangées ; les non mélangées continuent à s'enkyster. Ce nouvel état de choses dure jusque vers la 165e génération, où les non mélangées se mettent également à s'accoupler entre elles. Ces accouplements entre non mélangées, et par conséquent entre très proches parentes, se continuent dorénavant avec une grande fréquence jusqu'à la fin de la culture. J'ai examiné les conjoints de douze de ces couples entre proches parentes de la 183e génération, afin de vérifier leur état micronucléaire ; seize de ces conjuguées avaient un seul micronucléus ; les huit autres en étaient totalement dépourvues. Ces accouplements sur préparations non mélangées, entre Stylonichies descendantes immédiates d'un même progéniteur, s'effectuent donc lorsque ces Stylonichies en sont déjà arrivées au premier degré de la dégénérescence. Ils sont

d'ailleurs stériles et finissent, ainsi que je l'ai constaté maintes fois, par la mort des ex-conjuguées, qui ne parviennent pas à traverser le stade de réorganisation. Mais je n'insiste pas ici plus longuement sur ces faits, au sujet desquels j'ajouterai de nouveaux développements et d'autres observations dans le travail spécial sur la conjugaison, que je publierai après celui-ci.

En résumé, la dégénérescence sénile se manifeste chez la *Stylonichia pustulata*, d'un côté, par des atrophies portant d'abord sur l'appareil nucléaire, ensuite sur les organes et appendices externes et entraînant finalement la mort des dégénérées ; en second lieu, par une sorte d'hyperesthésie sexuelle, déterminant des accouplements stériles, qui aboutissent inévitablement à la mort des conjoints. La mort sert donc de dénouement fatal à cette dégénérescence, et cette mort est identique à la mort naturelle par vieillesse, fin nécessaire de tout ce qui a vie.

Stylonichia mytilus.

Cette espèce, sans être absolument rare, est cependant bien moins commune que la précédente, du moins ici en Algérie. Elle se prête également bien à l'élevage sur préparations tenues en chambre humide. J'en ai fait trois longues cultures, poursuivies jusqu'à leur épuisement et leur extinction par dégénérescence sénile. Elles ont duré, les deux premières, du 1er mai 1886 au 26 janvier 1887 ; la troisième, du 1er août 1886 au 21 mai 1887. Toutes trois ont été suivies et observées jour par jour ; mais je n'ai tenu de journal que de l'une des deux premières. Elles se sont, d'ailleurs, comportées toutes trois d'une façon absolument uniforme. Les trois progéniteurs avaient été pêchés à l'état libre dans mes petits aquariums. N'ayant encore jamais rencontré cette espèce à l'état de conjugaison, je n'ai pu prendre une ex-conjuguée comme progéniteur d'une culture. Le nombre des générations successives sur la culture, enregistrée du 1er mai au 26 janvier, a été de 319. Comme pour la précédente

espèce, la nourriture a toujours été composée de *Cryptochilum nigricans*.

D'après les résultats combinés de ces cultures, la *Stylonichia mytilus* peut se fissiparer par vingt-quatre heures

	1/2 fois.	1 fois.	2 fois.	3 fois.
avec	6° à 9° —	9° à 14° —	14° à 19° —	19° à 25°.

Il lui faudrait donc, avec ces températures, dans le premier cas, deux jours pour donner naissance à deux individus, et, dans les trois autres cas, un jour pour en produire deux, quatre ou huit. Cette puissance de multiplication est, on le voit, notablement plus faible que celle de la *Stylonichia pustulata*.

La dégénérescence sénile prend, chez la *Stylonichia mytilus*, des formes assez différentes de celles que nous avons constatées chez la précédente. Elle se fait sentir également et avant tout sur l'appareil nucléaire; mais les dégradations qu'elle lui fait subir sont d'une autre nature et suivent une autre évolution. Quant aux appendices et organes extérieurs, ils se conservent à peu près intacts jusqu'à la dernière extrémité.

Le micronucléus se compose ici également de petits corpuscules en nombre variable, pouvant atteindre jusqu'à six et même, suivant Bütschli[1], quelquefois jusqu'à dix. Afin de bien suivre l'action de la dégénérescence sur cet organe, ainsi que sur le nucléus, j'ai fait une série de préparations tuées avec réactifs et échelonnées à des dates successives de la culture, enregistrée jour par jour. Voici les relevés de ces préparations :

1° (16 juillet, 148e bipartition) J'ai examiné 80 individus sur cette préparation. Chez tous, sans exception, les micronucléus existent en nombres variables de deux, trois et quatre. Chez 3 individus, je n'en trouve qu'un. Les nucléus, bien constitués, composés de deux corps reliés par une commissure, ne présentent rien d'anormal. Longueur maximum des Stylonichies, 160 μ ;

[1] *Studien über die ersten*, etc., 1876, p. 73.

2° (15 août, 210e bipartition) 100 à 110 individus, tous avec deux micronucléus. Nucléus bien constitués;

3° (14 septembre, 250e bipartition) 59 individus, dont 9 avec deux micronucléus; les 50 autres avec un seul. Nucléus bien constitués, à part 2 ou 3 individus, chez lesquels il y a eu commencement de fragmentation, les corps nucléaires étant au nombre de trois;

4° (29 septembre, 261e bipartition) 112 individus, dont 1 avec quatre micronucléus, 23 avec trois, 52 avec deux, 31 avec un et 5 avec zéro. Nucléus en général bien constitués. Longueur, 120 à 130 μ;

5° (14 octobre, 277e bipartition) 121 individus, dont 8 avec quatre micronucléus, 27 avec trois, 71 avec deux, 13 avec un et 2 avec zéro. Chez beaucoup, le nucléus est réduit à l'état d'un corps unique de forme très allongée et plus ou moins irrégulière. Cet état indique un commencement de désorganisation déjà avancé;

6° (2 novembre, 294e bipartition) 127 individus, dont 3 avec six micronucléus, 4 avec cinq, 20 avec quatre, 45 avec trois, 48 avec deux et 7 avec un. Nucléus à un état de dégradation avancée, la plupart des individus n'ayant plus qu'un seul corps nucléaire;

7° (28 novembre, 301e bipartition) 34 individus, dont 1 avec six micronucléus, 1 avec cinq, 5 avec quatre, 11 avec trois, 12 avec deux et 4 avec un. Chez la grande majorité, le nucléus, fortement dégradé, n'est plus composé que d'un seul corps de forme irrégulière oblongue;

8° (23 novembre, 305e bipartition) 60 individus, dont 3 avec cinq micronucléus, 6 avec quatre, 22 avec trois, 25 avec deux et 4 avec un. Le nucléus, fortement dégradé, était représenté par deux corps chez 15 individus, par un seul de forme oblongue irrégulière chez 44, et 1 individu, enfin, n'en avait plus du tout. Longueurs maximum des Stylonichies, 110 à 120 μ;

9° (6 décembre, 310e bipartition) 26 individus, dont 1 avec huit micronucléus, 3 avec sept, 3 avec six, 5 avec cinq, 5 avec quatre, 6 avec trois et 3 avec deux. De ces 26 individus, 5 avaient encore deux

corps nucléaires; les 21 autres, un seulement, de forme oblongue irrégulière.

D'après ces observations, nous voyons la dégénérescence diminuer graduellement la taille de la *Stylonichia mytilus*. Ce bel Infusoire, qui, en effet, peut dépasser une longueur de 300 μ, voit ce chiffre descendre peu à peu à 160 μ, puis 130 μ; puis, enfin, 100 à 120 μ, dernier terme de cette dégradation, après lequel arrive la mort et la dissolution.

Le micronucléus éprouve d'abord une réduction très forte dans le nombre de ses corpuscules. Nous le voyons en effet, sur les préparations 1, 2, 3 et 4, s'abaisser aux chiffres de quatre, trois, deux, un et même zéro chez quelques rares individus. Mais, sur les préparations suivantes, cet organe semble être pris d'une recrudescence de vitalité, qui le fait remonter la pente descendue, de sorte que, sur les dernières de ces préparations, vers l'expiration de la culture, les chiffres de trois, quatre et cinq corpuscules deviennent les plus fréquents, et qu'on rencontre même des individus avec six, sept et huit micronucléus. Ces derniers gros chiffres s'observent surtout chez les individus complètement atrophiés, réduits au minimum de la taille, ne se reproduisant plus et près de périr (pl. IX, fig. 8, 9 et 10). Tous ces micronucléus, même ceux des toutes dernières générations, sont fort bien constitués, et leur substance se colore fortement par les teintures de la chromatine. Cette prolifération *in extremis* du micronucléus s'effectue isolément et indépendamment des autres organes. J'ai, en effet, observé nombre de fois des micronucléus en voie de division (pl. IX, fig. 8, 11 et 12), chez des Stylonichies ne montrant aucun signe d'une prochaine bipartition. Je n'ai même jamais vu tous les micronucléus d'une Stylonichie se diviser simultanément; un seul entre en évolution, pendant que les autres demeurent à l'état de repos.

La dégénérescence du nucléus est tout d'abord fort peu apparente. On en trouve très rarement de fragmentés. Ils se conservent donc, même fort tard, sous leur forme normale binaire. Mais, en les étu-

diant avec soin et de forts grossissements, on reconnaît qu'ils ont perdu de leur volume et que leur substance est devenue comme moins dense. La coloration par les teintures est moins foncée. Il semble que la chromatine s'est un peu raréfiée, pour faire place à une substance se colorant peu ou pas du tout. Plus tard, comme nous l'avons constaté sur la préparation n° 5 et les suivantes, cette dégradation nucléaire s'accentue et devient nettement apparente. Le nucléus ne se compose plus que d'un corps unique, affectant des formes anormales oblongues (pl. IX, fig. 8, 9, 13 et 14). Sa chromatine se raréfie de plus en plus. La substance non colorable qui la remplace conserve encore la structure normale élémentaire dans certaines de ses parties; mais, dans d'autres, elle se condense en amas irréguliers, amorphes et granuleux (fig. 15 et 16). Ces masses amorphes, noyées dans les parties encore intactes, ressemblent à des centres de régression sur lesquels la substance nucléaire, désorganisée et transformée en une matière d'apparence huileuse, vient s'amasser. A l'intérieur de ces masses existent toujours un ou plusieurs espaces clairs, contenant de fines granulations. Ces nucléus, ainsi dégradés, persistent jusqu'au dernier moment chez les Stylonichies arrivées à leur degré extrême d'atrophie (pl. IX, fig. 16). Ils peuvent cependant s'atrophier et disparaître complètement plus tôt, ainsi que le prouve l'individu dessiné planche X, fig. 1. Cet individu appartenait à une préparation tuée à la 305e bipartition. Il est encore fort bien constitué extérieurement, et sa taille mesurait 140 μ. Mais le nucléus avait complètement disparu, et deux beaux micronucléus bien organisés étaient les seuls restes de l'appareil nucléaire primitif. La Stylonichie ne paraissait d'ailleurs guère souffrir de cette absence de nucléus et continuait à se nourrir vigoureusement, car son corps était rempli de nombreuses proies capturées peu de temps auparavant et non encore digérées.

La dégénérescence sénile ne semble pas stimuler à la conjugaison cette espèce, comme la précédente. Pendant toute la durée de mes cultures, je l'ai mélangée avec des étrangères, et jamais je n'ai vu

se former un seul couple, tant chez les mélangées que chez les non mélangées. Je ne sais comment expliquer cette contradiction avec les observations faites sur la *Stylouichia pustulata.*

Les cultures de la *Stylonichia mytilus* ont mis, avant d'arriver à l'extinction définitive, beaucoup plus de temps que celles de la *Stylonichia pustulata*, bien que, dans les unes et les autres, le nombre des bipartitions soit le même. Chez la première espèce, l'extinction n'est survenue qu'après neuf à dix mois, tandis que, chez la seconde, elle s'était produite après quatre mois et demi. Cette différence s'explique en partie par la moins rapide multiplication de la *Stylonichia mytilus ;* mais encore bien plus par le ralentissement énorme de ses divisions pendant les derniers mois. Ainsi, sur les cultures commencées au 1er mai, il ne se faisait déjà plus qu'une bipartition par vingt-quatre heures dès les mois de septembre et d'octobre. En novembre et décembre, les divisions se succédèrent à deux, trois et quatre jours de distance, et, en janvier, il ne s'en produisit que trois en vingt-six jours.

Onychodromus grandis.

Cette espèce paraît être assez peu commune. Elle n'a encore été signalée que par Stein[1] et Engelmann[2]. Stein, qui en est le premier découvreur, ne l'a, dans ses longues recherches, rencontrée qu'une seule fois. Moi-même, je ne l'ai trouvée ici en Algérie, à l'état libre, qu'à deux reprises et, à chaque fois, seulement un ou deux individus. Les eaux où elle était provenaient de lavages de cresson acheté au marché, et contenaient des débris de cette plante aquatique.

Malgré la rareté de cette espèce, j'ai cependant pu en faire une étude complète, grâce à ma méthode de cultures. J'ai, en effet, isolé deux progéniteurs rencontrés à l'état libre, l'un au mois de janvier 1887, le second au mois de mars, et les ai tenus, eux et leurs

[1] *Der Organismus*, etc., t. I, 1859, p. 143, pl. V.
[2] *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. XI, 1861, pl. XXX, fig. 8, 9.

descendants, en cultures méthodiques, enregistrées jour par jour jusqu'à épuisement par dégénérescence sénile.

Le type, observé par moi, diffère assez notablement de celui décrit par Stein, et j'ai hésité assez longtemps, avant de me décider à les assimiler l'un à l'autre. Je n'ai même accepté cette assimilation qu'après avoir reconnu chez cette espèce une variabilité et un polymorphisme très étendus. Cette variabilité de formes est sous la dépendance de la nature des aliments, et on peut la provoquer à volonté en modifiant ces derniers. L'Onychodromus est un carnassier vorace qui, avec son puissant appareil buccal, peut capturer d'autres Ciliés de grande taille. Dans les moments de disette, il réussit même à saisir et avaler ses propres congénères. Lorsque je le nourrissais avec de gros Infusoires, il atteignait une grande taille, pouvant dépasser 300 μ (pl. X, fig. 2) et rappelant, par son contour général, les formes larges et trapues dessinées par Stein. La ciliation demeurait cependant toujours assez différente. Ces différences portaient sur les cirres latéraux et les cirres ventraux, toujours beaucoup moins nombreux chez le type algérien, où je ne les ai jamais vus dépasser le chiffre 12 dans le premier groupe et 5 dans le second. La réduction de ce second groupe surtout est la plus forte, et on n'y retrouve plus trace des rangées longitudinales de cirres figurées par Stein. En ne lui donnant pour nourriture que de petits Ciliés, tels que le *Cryptochilum nigricans*, il prenait bientôt une forme de moindre taille, mesurant au plus 150 μ, de proportions plus allongées (pl. X, fig. 3), rappelant tout à fait celles d'une *Stylonichia pustulata*. La ciliation elle-même subissait une réduction, la ramenant à la disposition et aux chiffres typiques des Stylonichies. Sous cette forme, il eût été à peu près impossible de le distinguer de ces dernières, n'était le nucléus toujours représenté par quatre corps distincts. C'est uniquement sous cette dernière forme que je l'ai vu s'accoupler et s'enkyster (pl. X, fig. 4). J'ai pu obtenir à volonté ces métamorphoses pendant toute la durée de mes cultures ; et, en changeant la nature des aliments, il suffisait de deux ou trois générations, pour

faire passer d'une forme à l'autre tous les individus d'une préparation.

Cette variabilité est, on le voit, assez étendue, puisqu'elle va jusqu'à faire revêtir à cette espèce deux formes assez distinctes, pour qu'il fût impossible de les classer dans un même genre, si on ne connaissait pas leur filiation. Cette influence de la nature des aliments, sur la morphologie, n'est d'ailleurs pas exclusivement spéciale à l'Onychodromus. Je l'ai constatée chez plusieurs autres Onytrichides, sans en faire une étude aussi exacte, n'ayant pas eu le temps nécessaire. Mais j'espère pouvoir reprendre un jour cette question, en lui accordant toute l'attention qu'exige son importance. Son intérêt est, en effet, d'une haute portée, puisque nous y trouvons la preuve expérimentale de variations spécifiques et même génériques, obtenues rapidement en dehors de toute influence de la sélection naturelle. Celle-ci n'est donc pas le facteur unique agissant sur les êtres vivants pour les modifier et leur faire prendre les formes si diverses sous lesquelles nous les connaissons. D'autres agents interviennent bien certainement dans ces phénomènes. L'observateur russe Schmankewitsch a démontré l'action de la constitution chimique du milieu en diminuant graduellement la salure de ses aquariums, et en obtenant par ce procédé le passage de l'*Artemia salina* au genre *Branchipus*. Dans le cas de l'Onychodromus, il s'agit de l'influence de la forme et du volume des aliments. L'action de ce nouveau facteur n'est pas moins curieuse à noter, et je ne doute pas qu'avec la méthode des cultures isolées et prolongées, les Infusoires ciliés ne puissent donner lieu, dans cet ordre de recherches, à de nombreuses et intéressantes expériences.

Chez tous les individus de cette espèce, il se forme dans le cytoplasme des dépôts de matière amylacée de structure et de composition chimique identiques au zooamylum des Grégarines [1]. Ces granules amylacés, de formes oblongue, ovale ou fusiforme renflée,

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CII, 1886, p. 120.

sont toujours de très petite taille, ne dépassant guère 3 μ dans leur plus grand diamètre (pl. X, fig. 9). Ce sont eux qui donnent à ces animalcules, observés à la lumière transmise, l'aspect noirâtre qui est si frappant chez les individus de grande taille. Leur corps est, en effet, opaque dans toute son étendue. Traités par la solution ioduro-iodée et l'acide sulfurique à 40 pour 100, ils se gonflent avec une coloration en violet lilas sale. L'acide sulfurique concentré les dissout entièrement.

J'ai fait de cette espèce plusieurs cultures, dont deux ont été poursuivies jusqu'à extinction par épuisement après 320 à 330 générations; une troisième, inaugurée avec un ex-conjugué, a été abandonnée après la 250e génération, et deux à trois autres de courte durée (quinze à vingt jours) furent instituées en vue de préciser et contrôler des points particuliers. Toutes ont été enregistrées jour par jour.

En combinant les résultats de toutes ces cultures, j'ai reconnu que l'*Onychodromus grandis* peut se fissiparer

	1/2 fois.	1 fois.	2 fois.	3 fois.	4 fois.	5 fois.
avec	5° à 7° —	7° à 12° —	12° à 18° —	18° à 22° —	22° à 27° —	27° à 30°.

Par ces températures, il lui faudrait donc dans le premier cas deux jours pour produire 2 individus, et dans les autres cas un jour pour en enfanter 2, 4, 8, 16 ou 32. Sa puissance de multiplication est intermédiaire entre celle de la *Stylonichia pustulata* et celle de la *Stylonichia mytilus*.

La culture inaugurée avec un ex-conjugué et poursuivie jusqu'à sa 250e génération a marché pendant toute sa durée avec une rapidité moindre qu'une des autres cultures, que j'entretenais simultanément. Ainsi, pendant les mois de juin et juillet, il ne s'est fait sur la première que 160 bipartitions, tandis que sur la seconde il y en a eu 200, c'est-à-dire un cinquième en plus. La nourriture et toutes les autres conditions étaient absolument les mêmes pour ces deux cultures. Des écarts numériques si accentués ne peuvent donc

s'expliquer que par des différences individuelles dans la faculté de reproduction. Ces différences doivent évidemment se transmettre héréditairement à tous les individus d'un même cycle de générations et faire sentir leur effet pendant toute sa durée. Nous citerons plus loin une observation analogue à propos de la *Leucophrys patula*.

La dégénérescence sénile prend chez l'Onychodromus une forme complètement analogue à celle que nous avons constatée chez la *Stylonichia pustulata*. La taille éprouve d'abord une forte diminution, et on rencontre de nombreux individus ne mesurant plus que 110 μ, tout en conservant encore l'apparence extérieure d'une bonne organisation (pl. X, fig. 5). Ils continuent à manger et se multiplier, comme à l'état normal ; mais, lorsqu'on les tue et étudie leur appareil nucléaire, on constate que le micronucléus a disparu en totalité. Le nucléus s'est maintenu assez bien conservé. Je n'ai malheureusement pas déterminé le moment exact de cette atrophie du micronucléus. Elle doit certainement apparaître bien longtemps avant l'épuisement complet et l'extinction des cultures ; car, sur une préparation tuée 35 à 40 générations avant cette extinction et contenant de nombreux individus, je n'ai déjà plus trouvé trace de micronucléus chez aucun de ces individus. L'Onychodrome peut donc continuer à vivre et se multiplier longtemps sans cet organe. Ces individus, ainsi dégénérés, vivent et se maintiennent dans mes cultures, grâce à leur isolement; mais je suis persuadé qu'à l'état libre, dans les conditions naturelles de la concurrence vitale, ils succomberaient et disparaîtraient en peu de temps.

La dégénérescence s'accuse de plus en plus et attaque les organes externes. Les membranelles frontales disparaissent (pl. X, fig. 6), et la bouche n'est plus indiquée que par la survivance de quelques-unes des membranelles l'avoisinant. La taille est tombée à 70 μ. En cet état, les Onychodromes ne mangent plus et ne se reproduisent plus. Leur corps est transparent. Il ne tarde pas à se ratatiner de plus en plus (fig. 7 et 8), puis disparaît en se dissolvant sans laisser de trace. Le nucléus, tout en étant fort réduit de dimensions, se

maintient cependant jusqu'au dernier moment avec sa configuration normale. Sa substance absorbe toujours nettement les teintures nucléaires, et on n'y voit rien d'apparent indiquant un état de désorganisation.

Comme chez la *Stylonichia pustulata*, j'ai également constaté chez l'Onychodromus, pendant les dernières périodes des cultures, de nombreux accouplements entre individus issus d'un même progéniteur et par conséquent très proches parents. J'ai préparé quelques-uns de ces couples vers la 300e génération, et les ai tous trouvés sans aucune trace de micronucléus. Ceux que j'ai conservés en vie ont tous abouti à la mort des ex-conjugués, qui n'ont pu se réorganiser.

Oxytricha.

J'ai laissé indéterminée l'Oxytriche, dont nous allons nous occuper ici. La distinction des espèces de ce genre est assez difficile, et, n'ayant ni le temps ni les matériaux nécessaires pour faire une revision critique de celles qui ont été publiées jusqu'à ce jour, j'ai préféré ne donner aucun nom à la mienne, afin de ne pas m'exposer à accroître la confusion, qui me paraît déjà exister dans ce genre.

La forme du corps, qui est le caractère spécifique le plus important employé par les auteurs, est des plus variables. Elle se modifie, en effet, considérablement, suivant que l'on observe des individus bien ou mal nourris. Ainsi, chez le type en question ici, les individus bourrés de nourriture prennent un contour général rappelant, à s'y méprendre, l'*Oxytricha fallax* de Stein; tandis que ceux mal nourris et amaigris ressemblent à l'*O. ferruginea* du même auteur, et ceux enfin à moitié bien alimentés simulent assez exactement l'*O. æruginosa* de Wrzesniowsky. Je me bornerai donc à en donner un dessin (pl. XI, fig. 1), accompagné de quelques-uns de ses caractères spécifiques les plus essentiels.

Le corps peut varier en longueur de 100 à 190 μ. Il est très flexible

et un peu contractile. Le cytoplasme est compact, peu ou point vacuolaire et revêtu d'une mince pellicule tégumentaire absolument amorphe. Les cirres marginaux du côté gauche remontent sur la face dorsale, à l'extrémité postérieure, et y simulent des soies caudales. J'ai vérifié avec le plus grand soin l'absence de soies dorsales. Le péristome, outre ses membranes et membranelles, porte des cils parabuccaux et prébuccaux. On obtient aisément des kystes de cette Oxytriche en la privant de nourriture. Semblable à tous les Ciliés de sa famille, elle se prépare à l'enkystement en expulsant au dehors tous les ingesta, corps étrangers et corpuscules biréfringents d'urate de soude, que son corps pouvait contenir. Devenue complètement transparente, elle s'enroule en boule et sécrète son kyste. Celui-ci est composé d'une membrane, portant des épaississements disposés plus ou moins régulièrement (pl. XI, fig. 2).

J'ai rencontré une seule fois cette Oxytriche d'eau douce, le 1er novembre 1886, et en ai isolé un individu que j'ai mis en culture, lui et ses descendants. Je les ai nourris en leur donnant des *Cryptochilum nigricans*. Cette culture s'est prolongée ainsi jusqu'au 22 juillet 1887, et a donc duré près de neuf mois, ou deux cent soixante-quatre jours. Elle s'est éteinte par épuisement sénile. Je l'ai examinée tous les jours, mais sans tenir un journal quotidien de ses générations successives. A quatre ou cinq reprises seulement, j'ai noté la température et le nombre de bipartitions dans les vingt-quatre heures, ce qui m'a permis de reconnaître à cette espèce une puissance de multiplication semblable à celle de la *Stylonichia mytilus*. Elle se divisait deux fois en un jour avec 19 à 22 degrés centigrades.

En calculant le nombre des générations, d'après la température des mois pendant lesquels cette culture a duré et proportionnellement à cette puissance de multiplication, j'arrive à un total approximatif de 320 à 340 ; chiffre qui concorde assez bien avec ceux obtenus dans mes cultures d'autres Oxytrichides.

Afin de suivre exactement la marche de la dégénérescence sénile, j'ai fait à des dates successives quelques préparations tuées avec

réactifs, qui m'ont permis de constater ici une évolution analogue à celle que nous avons étudiée chez la *Stylonichia mytilus*.

La taille subit une réduction graduelle. Sur une préparation du 7 février, la longueur des individus varie entre 140 et 180 μ; sur une préparation du 11 avril, entre 140 et 160 μ; sur une préparation du 4 mai, entre 120 et 150 μ, et enfin, sur une dernière préparation du 6 juillet, quinze jours avant l'extinction finale, elle varie entre 75 et 140 μ. Cette réduction de taille est la seule dégradation extérieure et apparente qu'éprouvent les dégénérés. Ils conservent jusqu'au dernier moment leur conformation normale et tous leurs appendices.

A l'intérieur, le micronucléus prolifère et se multiplie avec exagération. A l'état ordinaire, il est représenté chez cette Oxytriche par deux à trois corpuscules. Sur les dernières préparations, on en compte depuis deux jusqu'à huit (pl. XI, fig. 3, 4, 5, 6, 7 et 8). Les nombres cinq et six sont les plus fréquents. Il persiste ainsi jusqu'au dernier moment.

La dégénérescence se fait sentir sur le nucléus d'une façon très apparente. A l'état normal, cet organe se compose de deux corps reliés par une fine commissure (pl. XI, fig. 1). On voit d'abord apparaître des individus avec un nucléus unique, de forme rubanaire (fig. 9). Tantôt la substance de ces nucléus en ruban ne présente rien de particulier à noter; tantôt sa texture est modifiée et on y aperçoit de nombreux espaces clairs en forme de petites vacuoles contenant de fines granulations, qui ne se colorent pas par les teintures nucléaires[1]. Plus tard, ces longs nucléus se déforment de plus en plus. Ils prennent des contours irréguliers (fig. 3, 6, 7 et 8). Leur substance fondamentale, tout en conservant encore sa texture nor-

[1] Dans toutes ces recherches, j'ai toujours préparé mes Infusoires comme suit : tuer avec bichlorure de mercure à 1 pour 100, laver, puis colorer avec vert de méthyle dilué dans acide acétique à 2 pour 100, enfin éclaircir par glycérine. Après des essais nombreux et variés, j'ai adopté ce mode de préparation comme le plus expéditif, le plus sûr et le plus exact pour toutes les recherches se rattachant à l'étude de l'appareil nucléaire des Ciliés, soit à l'état de repos, soit à l'état de division.

male, perd peu à peu la propriété de se colorer par les teintures. Cette disparition de l'affinité pour les matières colorantes progresse graduellement de la périphérie au centre, et on trouve des nucléus ayant encore conservé tout leur volume et leur texture, qui demeurent entièrement incolores (fig. 5). Il semble que la substance fondamentale du nucléus, à l'état normal, se compose de deux matières intimement unies et mélangées, dont l'une possède l'affinité pour les teintures, tandis que l'autre y est absolument indifférente. Dans la dégénérescence, la première s'altère et disparaît peu à peu, tandis que la seconde survit encore, en conservant sa texture normale. Les parties non colorables, des nucléus ainsi dégénérés, apparaissent moins compactes et moins denses que les régions colorées, ce qui tend bien à prouver que la matière s'y est raréfiée. La substance colorable représente la chromatine des auteurs. En dégénérant, elle ne se détruit qu'en apparence. Elle se transforme et c'est, j'en suis persuadé, elle qui apparaît dans la masse nucléaire, d'abord sous la forme d'amas granuleux incolores (fig. 10, *a*), ensuite de sphères creuses à parois épaisses homogènes, contenant à l'intérieur de fines granulations, le tout incolore (*b*,*b*) et finalement de sphères compactes (quelquefois avec une fine vacuole centrale) d'aspect huileux jaune brunâtre (*c*). Ces trois états portent bien les caractères d'une régression progressive, affectant une seule et même substance. D'ailleurs les autres parties élémentaires du nucléus demeurent intactes, tandis que la chromatine seule disparaît au fur et à mesure qu'on voit apparaître et se développer ces amas de dégénérescence.

Cette dégradation nucléaire se fait graduellement et lentement. On la voit apparaître à peine sensible déjà chez des individus à double nucléus ; mais elle n'acquiert toute son intensité que chez ceux ayant un seul corps nucléaire. Les individus qui en sont affectés semblent d'abord continuer à se nourrir et s'accroître comme à l'état normal. Ce n'est qu'à la longue que la vitalité de leurs descendants s'affaiblit peu à peu et finit par s'éteindre totalement. Des individus, à nucléus absolument incolorables, prenaient encore de la

nourriture, ainsi que le prouvent les nombreuses proies non digérées dont leur corps était rempli.

Cette Oxytriche, à l'instar de la *Stylonichia mytilus*, ne s'est jamais accouplée pendant toute la durée de sa longue culture. De nombreux individus cependant se sont souvent trouvés dans des conditions identiques à celles où j'ai vu l'*Onychodromus grandis* et la *Stylonichia pustulata* former de nombreux couples. Il s'agissait bien entendu d'individus descendus d'un même progéniteur et par conséquent proches parents. Je n'ai pu me procurer des individus étrangers pour en faire des mélanges.

Oxytricha fallax, Stein.

J'ai isolé et cultivé cette espèce du 2 au 17 mars 1887, et enregistré ses générations jour par jour. Je lui donnai pour nourriture des *Cryptochilum nigricans*. Elle se fissipara par vingt-quatre heures

	2 fois.		3 fois.
avec	14° à 16°	—	16° à 18°.

Un individu de cette espèce peut donc, avec ces températures, donner naissance par jour à quatre individus dans le premier cas, et à huit dans le second. Cette puissance de multiplication ressemble à celle de la *Stylonichia pustulata*.

Gastrostyla Steinii, Engelmann.

J'ai isolé un individu de cette espèce et tenu en culture, enregistré jour par jour, ses descendants du 17 avril au 2 mai 1887. Je leur donnai des *Cryptochilum nigricans* en nourriture. Cet infusoire s'est fissiparé par vingt-quatre heures

	2 fois.		3 fois.		4 fois.
avec	15° à 18°	—	18° à 22°	—	22° à 25°.

D'où il résulte, qu'un individu de cette espèce avec ces températures peut en un jour donner naissance à quatre individus dans le premier cas, à huit dans le second et à seize dans le troisième. Cette

puissance de multiplication est intermédiaire entre celle de la *Stylonichia pustulata* et celle de la *St. mytilus*.

Cette espèce, comme toutes les Oxytrichides, s'enkyste immédiatement, dès qu'on vient à la priver de nourriture. Le 12 juin 1885, je laissai dessécher une petite cuvette, dans laquelle j'avais de nombreuses Gastrostyles ainsi enkystées. Je fermai et enveloppai avec soin cette cuvette, et la déposai dans un endroit sec. Je la rouvris et la remplis d'eau de pluie le 15 avril 1887. Le surlendemain 17 avril, je pus recueillir des centaines de Gastrostyles, qui grouillaient de toutes parts dans mon petit aquarium. Ces Gastrostyles provenaient évidemment des kystes desséchés depuis vingt-deux mois. J'ai cité ici cette observation parce que, bien que le rôle et la signification de l'enkystement soient bien connus de tout le monde aujourd'hui, nous ne possédons pas encore d'expériences précises sur la durée de la vitalité des kystes.

Euplotes patella, var. *eurystomus*.

L'*Euplotes patella* est une espèce de formes assez variables. La forme que j'ai étudiée et mise en culture est celle décrite par Wrzesniowsky et assez bien figurée sous le nom de variété *Eurystomus* [1]. Elle est très commune ici en Algérie, tandis que la forme anguleuse, décrite par Claparède et Stein, s'y rencontre si rarement que je ne l'ai encore vue qu'une fois. La variété *Eurystomus* paraît assez répandue, car c'est elle qui a été observée par Carter aux Indes et publiée [2] sous le nom de *Plœsconia truncata*, par Balbiani, aux environs de Paris sous le nom d'*Euplotes modunensis* [3], et tout récemment par Stokes [4] dans l'Amérique du Nord sous le nom d'*E. variabilis*.

[1] *Zeits. für wiss. Zoologie*,, t. XX, 1870, p. 483, pl. XX, fig. 17, 18.
[2] *Annals and Magazine of natural history*, t. III, 1859, p. 243, pl. VI, fig. 1-4.
[3] *Journal de la physiologie*, t. III, 1860, pl. IV, fig. 12.
[4] *Annals and Magazine of natural history*, t. XX, 1887, p. 113, pl. III, fig. 15.

A trois reprises différentes, j'ai isolé des individus et suivi jour par jour leurs descendants, pendant des périodes de quinze à vingt jours. Je leur donnai pour nourriture des *Cryptochilum nigricans*, que cette espèce saisit et dévore avidement. Ils se sont fissiparés par vingt-quatre heures

	1 fois.		2 fois.
avec	15° à 20°	—	20° à 24°.

C'est-à-dire que, dans le premier cas, un individu peut en produire deux par jour et quatre dans le second. Cette faculté de reproduction est la plus faible que nous ayons encore étudiée.

Cette espèce paraît d'ailleurs perdre toute sa vitalité à une limite inférieure de température, avec laquelle les autres Ciliés continuent à vivre et s'accroître. Au mois de janvier 1887, je plaçai en dehors de mon cabinet de travail, sur le bord de ma fenêtre, une culture de cette Euplote. Du 1er au 2, la température, très basse pour ce pays-ci, tomba entre 5 à 6 degrés au-dessus de zéro. L'Euplote, exposée à ce froid extérieur, ne prit aucune nourriture, et dès le 2 avait une apparence si malade, que je la rentrai dans mon cabinet de travail, où elle retrouva une température de 14 degrés. Le 3 et le 4, elle se remit peu à peu à prendre de la nourriture, et le 5, la voyant redevenue vigoureuse, je la replaçai de nouveau en dehors avec une température de 12 à 13 degrés. Elle continua à manger un peu et le 8 se bipartitionna une fois. Mais le 9 et le 10 la température extérieure étant redescendue à 10 degrés, je vis mes deux Euplotes s'affaiblir de nouveau et ne plus prendre de nourriture. Je les rentrai jusqu'au 13 où, les voyant redevenues vigoureuses, je les reportai dehors avec une température de 12 degrés. Le 15, elles se fissiparèrent encore une fois. Je les laissai ainsi au dehors toujours avec une température de 12 degrés jusqu'au 21. A cette dernière date, voyant qu'elles végétaient misérablement sans s'accroître ni se multiplier, je les rentrai pour la dernière fois et les vis dans mon cabinet reprendre vigueur et se multiplier. J'abandonnai là cette expérience.

Il résulte de cette observation que cette Euplote, avec une température de 9 à 10 degrés, végète misérablement sans se reproduire et ne tarde pas à périr avec 5 à 6 degrés. La limite la plus basse où elle puisse continuer à s'accroître et multiplier paraît être une température de 12 à 13 degrés. Avec ces températures, même les plus inférieures, la *Stylonichia pustulata* se développe et se multiplie encore au moins une fois par vingt-quatre heures.

Stentor cœruleus.

Cette espèce, ainsi que nous l'avons vu dans l'introduction historique de ce travail, a été tout récemment le sujet de cultures expérimentales entreprises par M. Gruber, professeur à l'Université de Fribourg. Nous avons également vu que ces expériences avaient été conduites avec des méthodes défectueuses, et nous avons critiqué et contesté les conclusions que leur auteur prétend en tirer. Nous n'y reviendrons donc plus ici.

Au commencement du mois de septembre 1886, j'ai isolé un *Stentor cœruleus* et suivi jour par jour les générations de ses descendants pendant toute la durée du mois. Je leur donnai en nourriture des Cryptochilums, des Glaucomes et des Colpidiums. Pendant toute cette durée, la température de mon cabinet, assez uniforme, oscilla entre 23 et 26 degrés. Les Stentors s'y bipartitionnèrent régulièrement une fois par vingt-quatre heures. Cette faculté de reproduction est encore beaucoup plus faible que celle de l'*Euplotes patella*.

Lorsqu'on prend un Stentor bien nourri et arrivé à son maximum d'accroissement, et qu'on l'isole en le privant complètement d'aliments, il n'en continue pas moins à se multiplier. Mais chaque bipartition n'étant plus suivie d'accroissement, la taille diminue rapidement, et après trois ou quatre divisions, on arrive à ne plus avoir que de petits avortons mesurant 235 μ en longueur et 105 μ en largeur (pl. XII, fig. 14). Si on continue à laisser ces avortons sans nourriture, ils s'étiolent de plus en plus et finissent par périr après

deux ou trois jours. Mais en leur donnant une abondante nourriture, je les ai vus en deux jours, par une température de 24 à 25 degrés, s'accroître rapidement et reprendre leur taille normale de 1176 μ en longueur et 270 μ en largeur (pl. XII, fig. 15).

Ce sont des multiplications d'individus ainsi émaciés que Gruber a observées et qui dans ses expériences s'arrêtèrent à la troisième bipartition, avec diminution graduelle de la taille des rejetons. Cette multiplication n'a rien de commun avec celle qui résulte de l'accroissement végétatif arrivé à son degré maximum. Ses raisons physiologiques sont évidemment tout autres et pour le moment assez obscures. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question à propos de la *Leucophrys patula*, chez laquelle nous retrouverons des phénomènes semblables encore mieux caractérisés. Quant à la réduction de taille, dont cette multiplication est accompagnée, il est clair qu'elle résulte à la fois et de l'inanition et des bipartitions successives.

Spirostomum teres.

J'ai isolé et cultivé cette espèce pendant quinze à vingt jours au mois de mars 1887. Comme elle est impuissante à capturer les petits Ciliés, et à l'état libre se nourrit à peu près uniquement de Schizomycètes, je l'ai alimentée avec la bouillie de farine cuite, dont j'ai parlé dans l'introduction de ce travail. Avec une température de 16 à 18 degrés, elle ne s'est bipartitionnée qu'une fois tous les deux jours. C'est la faculté de reproduction la plus faible que nous ayons encore constatée.

Paramecium caudatum.

Ehrenberg et Dujardin avaient distingué deux grandes Paramécies, le *P. caudatum* et le *P. aurelia*. Leur distinction se basait uniquement sur des caractères extérieurs, la première espèce devant être plus fuselée et allongée, la seconde plus large et trapue. Stein et Claparède, toujours d'après l'étude des caractères extérieurs, con-

testèrent le bien fondé de cette distinction et réunirent les deux espèces sous le vocable de *P. aurelia*, supprimant ainsi le *P. caudatum*. Cette réforme fut acceptée par tous les observateurs qui suivirent. C'est ainsi que Balbiani, Stein, Kœlliker, Engelmann, Bütschli et Gruber, qui ont étudié la conjugaison d'une grande Paramécie, l'ont tous baptisée du nom de *P. aurelia*. Il est d'ailleurs incontestable qu'ils ont tous eu affaire à une seule et même espèce. Jickeli, seul parmi les auteurs récents [1], paraît avoir fait de nouveau la distinction des deux formes ehrenbergiennes, mais il ne nous dit pas sur quel caractère il se basait. Elle est cependant très réelle, comme j'espère le démontrer.

Dans mon travail sur la morphologie et l'anatomie des Ciliés [2], j'ai, comme tout le monde, confondu les deux Stylonichies. Je disais : tous les auteurs ont décrit *Paramecium aurelia* comme ne possédant jamais qu'un micronucléus d'assez grande taille, oblong, ovoïde, et mesurant de 8 à 10 μ (pl. XII, fig. 10, 11). C'est, en effet, la forme que l'on rencontre le plus fréquemment. Mais j'ai observé aussi de nombreux individus pourvus de deux micronucléus plus petits et de structure différente de la précédente. Ils étaient de forme sphérique et composés d'un corpuscule central opaque vivement coloré par les teintures, et ne mesurant que 3 μ ; enveloppé d'une couche corticale mesurant en diamètre 5 μ, claire et ne se colorant pas (pl. XII, fig. 12).

Ces deux formes de micronucléus constituent le caractère distinctif le plus important entre les deux espèces de Paramécies. La première forme appartient toujours et uniquement au *P. caudatum*, la seconde, également toujours et uniquement, au *P. aurelia*.

Le *P. caudatum* ainsi défini, correspond au type qui a servi, sous le nom de *P. aurelia*, à tous mes prédécesseurs pour l'étude de la conjugaison. C'est en effet un des Ciliés les plus favorables à ces recherches, à cause des dimensions relativement fortes de son micro-

[1] *Zoologischer anzeiger*, 1884, p. 473, 493 et suiv.
[2] *Archives de zoologie expérimentale*, t. I, 1883, p. 660.

nucléus et de ses produits. C'est également avec cette espèce que je suis arrivé moi-même, pour la première fois, à suivre une conjugaison de Cilié d'un bout à l'autre sans la moindre lacune, et que plus antérieurement[1], j'avais publié quelques expériences sur l'existence du glycogène chez les Ciliés.

Examinons maintenant les raisons sur lesquelles je m'appuie, pour proposer ce changement de nom spécifique.

Pour Ehrenberg et Dujardin, *P. caudatum* se distingue par un corps allongé, fusiforme, obtus en avant, aminci en arrière ; *P. aurelia* par un corps plus large, presque ovale, obtus aux deux extrémités. Ces différences de contour général, tout en étant réelles, ne sont pas absolument rigoureuses ; car, si on ne trouve jamais de Paramécie à un seul micronucléus affectant la forme trapue obtuse, il n'est pas très rare d'en rencontrer à deux micronucléus, ayant pris la forme allongée à queue. Dans ce dernier cas, il est impossible de savoir à quelle espèce on a affaire, sans une préparation permettant de voir les micronucléus. Ce caractère distinctif, basé sur le contour général, n'a donc qu'une valeur relative. Il est cependant bon d'en tenir compte ; car lorsqu'on s'est exercé à bien distinguer les deux espèces, il suffit presque toujours et trompe rarement.

Le *P. caudatum* paraît avoir une taille un peu plus grande que celle du *P. aurelia*. Ainsi, j'ai mesuré des premiers depuis 120 jusqu'à 325 μ, tandis que les seconds ont varié seulement entre 70 et 290 μ. En outre, *P. caudatum* se conjugue avec une taille variant entre 125 à 220 μ, et *P. aurelia* entre 75 à 145 μ. Pendant la conjugaison, le déroulement rubanaire, préparant la fragmentation du nucléus, s'effectue chez le *P. aurelia*, dès le stade D, tandis que chez le *P. caudatum* il ne commence que vers le milieu du stade G. Chez cette dernière espèce, le nucléus mixte de copulation donne naissance finalement à huit corpuscules, chez *P. aurelia* il n'en

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CI, 1885, p. 1504.

produit que quatre ; il en résulte que chez celle-ci l'état normal se trouve rétabli dès la première bipartition qui suit la conjugaison, et chez *P. caudatum* seulement après la seconde.

Toutes ces différences anatomiques et physiologiques me paraissent plus que suffisantes pour justifier la distinction des deux espèces. Il est fort possible que Claparède et Lachmann aient eu raison, en considérant la forme *caudatum* comme plus typique que la forme *aurelia*. Si, en effet, on examine avec soin les dessins de O.-F. Müller, on penche à croire que le vieux micrographe a vu et figuré la première seulement. En se conformant strictement au principe de la loi de priorité, ce serait donc le nom *aurelia*, donné par Müller, qui devrait être conservé à la forme fuselée. Mais, d'un autre côté, Ehrenberg et Dujardin ont distingué ce type et l'ont dénommé *caudatum*. Si nous lui conservons la vieille dénomination *aurelia*, il devient impossible de transmettre le qualificatif *caudatum* à la forme qui, le plus souvent, est obtuse à ses deux extrémités. Il faudrait alors créer un nouveau nom. Je crois plus simple de conserver les dénominations d'Ehrenberg[1].

J'ai isolé un *P. caudatum* et cultivé ses descendants en suivant quotidiennement leurs générations pendant une quinzaine de jours. Je les ai nourris avec des Schizomycètes. Ils se sont fissiparés par vingt-quatre heures

	1 fois.		2 fois.
avec	15° à 17°	—	17° à 20°.

Cette espèce peut donc, par jour, donner naissance à deux individus dans le premier cas, et à quatre dans le second. Cette puissance de multiplication est inférieure à celle des Oxytrichides, et à peine supérieure à celle de l'*Euplotes patella*.

[1] J'avais déjà communiqué par lettre ces observations à M. Bütschli, qui les a complètement acceptées. Dans ses *Protozoa*, il distingue comme moi les deux Paramécies.

Paramecium aurelia.

J'ai fait des cultures plus prolongées de cette espèce. Un individu et ses descendants ont été suivis pendant plus de deux mois. Deux autres cultures de courte durée ont été observées chacune pendant une dizaine de jours. Sur toutes ces cultures, j'ai nourri les Paramécies en leur donnant de la farine cuite délayée. *P. aurelia* peut se fissiparer par vingt-quatre heures

	1 fois.		2 fois.
avec	14° à 18°	—	18° à 20°.

D'où il résulte qu'une seule Paramécie peut produire deux individus par jour dans le premier cas, et quatre dans le second. Cette faculté de reproduction ressemble beaucoup à celle de la précédente espèce.

Paramecium bursaria.

Le *Paramecium bursaria* se nourrit principalement de Schizomycètes, de petits Flagellés et de Zoospores végétales. J'en ai fait deux cultures, qui ont duré un mois chacune. La nourriture était composée uniquement de bouillie de farine cuite et des Schizomycètes qui avaient pu se développer dans cette bouillie. Aussi, les chiffres que je vais donner ici ne peuvent-ils prétendre à une exactitude rigoureuse, comme expression de la faculté de reproduction de cette espèce à l'état libre. Avec une température de 13 à 15 degrés, elle ne s'est bipartitionnée qu'une fois tous les deux ou trois jours. C'est la reproduction la moins rapide que j'aie observée.

Geza Entz[1] et Brandt[2] ont affirmé que cet Infusoire ne prenait pas d'aliments solides et que son tourbillon alimentaire n'introduisait que de l'eau dans le corps. Par suite de la symbiose établie entre lui et les Zoochlorelles, qui vivent et se multiplient dans son ectoplasma, il n'aurait plus besoin de chercher d'aliments au dehors ;

[1] *Biologisches Centralblatt*, t. II, 1882, p. 463.

[2] *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, t. IV, 1883, p. 254.

les Zoochlorelles, par leur multiplication, finissant par tomber dans l'endoplasma, où elles sont digérées, subviendraient ainsi, et au delà, aux besoins d'alimentation du Paramécium.

Ces assertions sont absolument inexactes, et leur fausseté était démontrée depuis longtemps, puisque Ehrenberg avait fait avaler de l'indigo à cette Paramécie. J'ai renouvelé ses expériences avec du carmin en poudre et de l'amidon de riz. Le carmin a été avalé en assez faible quantité ; mais les Paramécies se sont littéralement bourrées d'amidon, en quelques minutes.

Loin de rejeter les aliments solides, cet Infusoire les absorbe au contraire avec une grande avidité. Son puissant tourbillon alimentaire (pl. XII, fig. 16) lui permet d'attirer vers sa bouche tous les Flagellés et les Zoospores à une assez grande distance à la ronde. Ces petits organismes, une fois tombés dans ce courant, sont entraînés avec une force irrésistible. Ils traversent la bouche et l'œsophage sans s'y arrêter, et pénètrent immédiatement dans l'endoplasma. Il n'y a pas, en effet, chez le *P. bursaria*, formation de bols alimentaires dans l'œsophage, comme chez les autres Paramécies. C'est probablement là ce qui a trompé Entz. Ces proies, à peine arrivées dans la bouche et l'œsophage, s'enfoncent immédiatement dans les profondeurs de l'endoplasma, où elles se perdent, engluées, dans le cytoplasme.

J'ai puisé des *Paramecium bursaria* dans des aquariums contenant : l'un des *Euglena viridis*, l'autre des *Chilomonas paramecium*, et ai trouvé tous les exemplaires du Cilié absolument pleins de ces deux Flagellés. Chez un individu que j'ai écrasé avec précaution, j'ai compté les cadavres de cinquante et quelques Euglènes ; les unes encore toutes fraîches, les autres à des degrés plus ou moins avancés de décomposition causée par la digestion.

Colpidium colpoda.

J'ai fait deux cultures de cette espèce, l'une pendant trois mois et demi et 165 générations enregistrées jour par jour ; la seconde

pendant un mois, et également enregistrée. Le Colpidium, à l'état libre, se nourrit à peu près exclusivement de Schizomycètes. Je lui ai donné la bouillie de farine cuite qu'il paraissait absorber volontiers. Il s'est bipartitionné par vingt-quatre heures

	2 fois.	3 fois.
avec	12° à 16°	— 16° à 20°.

D'où il résulte qu'un individu peut donner naissance à quatre rejetons par jour dans le premier cas, et à huit dans le second. Cette faculté de reproduction ressemble complètement à celle de la *Stylonichia pustulata*.

Coleps hirtus.

J'ai isolé un individu et l'ai cultivé, lui et sa descendance, pendant quinze à seize jours. Chasseur et carnassier, je lui ai donné des *Cryptochilum nigricans* en nourriture. La température ayant oscillé, pendant cette durée, entre 16 et 18 degrés, il s'est fissiparé très régulièrement une fois par vingt-quatre heures. Cette puissance de reproduction correspond à celle des *Paramecium caudatum* et *aurelia*.

Dans la petite monographie que j'ai consacrée à cette espèce, et à propos de sa multiplication dans les vases où je la puisais, je me suis laissé entraîner à employer des expressions fort exagérées. J'y parle, en effet, de *nombres incalculables* et de *séries énormes* de bipartitions successives[1]. Mes cultures n'avaient duré que deux mois et demi, et par conséquent, avec la température moyenne du moment, le nombre des bipartitions ne pouvait guère dépasser le chiffre de 150. Il n'y avait donc là rien d'énorme et d'incalculable.

Glaucoma scintillans.

J'ai cultivé sans interruption ce Glaucome, pendant trois mois et 283 générations successives, enregistrées jour par jour. Je lui ai donné à manger la bouillie de farine cuite, nourriture qui paraissait

[1] *Archives de zoologie expérimentale*, t. III, 1885, p. 340.

lui convenir parfaitement. Il s'est fissiparé par vingt-quatre heures

	3 fois.	4 fois.	5 fois.
avec	11° à 13° —	13° à 15° —	15° à 18°.

D'où il résulte qu'un individu peut produire, par jour, dans le premier cas, huit individus, dans le second, seize, et dans le troisième, trente-deux. C'est, de beaucoup, la puissance de multiplication la plus forte que nous ayons encore observée.

Leucophrys patula.

J'ai été longtemps avant de rencontrer cette espèce. Mais, depuis que j'ai pris l'habitude de conserver des eaux de lavage de cresson avec des débris de cette plante, je me la procure assez fréquemment. Elle semble habiter de préférence dans les eaux où vit cette plante ; car je l'ai également trouvée une fois en France, dans les mêmes conditions.

Je comprends la *Leucophrys patula* telle que Stein l'a définie. Malgré l'excellente description que cet auteur en a donnée à deux reprises différentes[1], Saville Kent, dans son *Manuel*, la confond encore avec le *Climacostomum virens*, Cilié du groupe des Hétérotriches, tandis que la Leucophre appartient aux Holotriches.

Le corps de cet Infusoire a la forme d'une poire, tantôt régulièrement arrondie à l'extrémité postérieure, tantôt avec une légère pointe obtuse (pl. XII, fig. 1 et 2). Un peu aplati dans le sens ventral, surtout dans la région antérieure buccale, il est dépourvu de toute espèce de contractilité. Sa longueur, dans les conditions ordinaires, varie entre 80 et 150 μ, la largeur étant à peu près d'un tiers plus petite. Il est revêtu d'une mince pellicule tégumentaire amorphe, portant des stries longitudinales peu marquées, et le long desquelles sont insérées les rangées de cils vibratiles. Ceux-ci ont une longueur de 6 μ.

[1] *Sitzungsberichte der Konig. bohmischen Gesellschaft der Wissenschaften*, 1860, janvier-juin, p. 44-47. — *Der Organismus*, etc., t. II, 1867, p. 209.

Le nucléus est logé dans une des parois du corps, à peu près au centre. De forme circulaire ou légèrement ovale, ses dimensions sont assez grandes, mais son épaisseur très faible. Sa substance paraît peu compacte, et il se colore toujours un peu faiblement par les teintures nucléaires. Il est accompagné d'un petit micronucléus accolé sur un de ses bords, de forme sphérique et se colorant également très peu.

La vacuole contractile est logée dans la région postérieure de la paroi dorsale, tantôt près du bord gauche, tantôt un peu plus en dedans. A l'état de diastole parfaite, elle mesure 14 à 15 μ. Elle se forme de nombreuses petites gouttelettes qui apparaissent un peu avant la systole, et se fusionnent entre elles par déchirure et résorption de leurs parois. Leur réunion constitue une lacune de forme variable et irrégulière, d'un diamètre plus grand que la vacuole finale. Cette lacune régularise ses contours, devient parfaitement sphérique, subit un léger rétrécissement et se contracte. Le rythme des pulsations est de 17 à 20 secondes, avec une température de 14 degrés centigrades, et de 10 secondes avec 21 degrés centigrades. L'anus est situé à l'extrémité postérieure.

La bouche (fig. 1) a la forme d'une large fossette oblongue qui, partant de l'extrémité antérieure, descend le long du bord droit de la face ventrale. Cette fossette est armée de deux puissantes membranes ou lèvres vibratiles, une à droite plus grande et assez saillante, l'autre à gauche, moins développée. Ces membranes ne sont pas insérées sur le rebord même de la fossette, mais un peu en dedans, le long de ses parois latérales. Au fond et en arrière de cette fossette se trouve l'orifice œsophagien, sur lequel vient aboutir le courant du tourbillon causé par les battements des membranes. Ce courant refoule en arrière le cytoplasme du corps cellulaire et y creuse une large vacuole. Le contenu de cette vacuole est toujours de l'eau pure, dans laquelle je n'ai jamais vu de bactéries et autres corpuscules ténus. La Leucophre ne se nourrit, en effet, que de proies d'assez grosse dimension. Lorsque ces proies sont rares et

que, par suite, il se passe un temps assez long avant qu'une d'elles, saisie par le courant, soit entraînée dans la vacuole postbuccale, celle-ci continue à se creuser et s'accroître pendant tout ce temps. Il en résulte que chez ces individus la vacuole envahit toute la région antérieure du corps, et refoule en arrière tout le cytoplasme. Celui-ci apparaît alors en coupe optique, sous la forme d'un croissant opaque et granuleux, tandis que le reste du corps est extrêmement hyalin et transparent. Cet aspect est tout à fait caractéristique de l'espèce. Cette organisation et ce mécanisme buccal sont, dans leurs éléments essentiels, absolument identiques à ceux du *Glaucoma pyriformis*. Il n'y a de différences que dans les proportions et la puissance.

Cette organisation de la bouche fait de la *Leucophrys patula* un Infusoire chasseur, courant constamment à la recherche de ses aliments. Le courant d'eau produit par l'agitation de ses membranes buccales ne s'étend pas au loin, comme celui que nous avons figuré chez le *Paramecium bursaria*. Les proies de la Leucophre ne sont donc pas attirées à distance, et elle ne réussit à se les procurer que par une activité et un mouvement sans repos. Aussi, la voit-on en course perpétuelle, allant de droite et de gauche, et changeant à tout instant de direction. Elle multiplie ainsi les chances de rencontre, et, chaque fois qu'une de ses malheureuses victimes tombe en contact de ses lèvres vibratiles, elle est saisie, entraînée irrésistiblement vers la bouche et engloutie en moins d'un dixième de minute. Ces rencontres se font tout à fait au hasard, car la Leucophre, comme tous les Ciliés sans une seule exception connue[1], ne possède

[1] M. Binet, dans l'intéressante étude qu'il vient de consacrer à la vie psychique des micro-organismes, s'appuyant sur les observations de Balbiani, a cru trouver chez le *Didinium nasutum* un Cilié percevant ses proies à distance et sans contact direct (*Revue philosophique*, t. XXIV, 1887, p. 484 et 583). — Le fait ainsi présenté est inexact. J'ai assisté plusieurs fois à la chasse et à la capture des proies du Didinium. Jamais je ne l'ai vu attaquer et foudroyer de ses trichocystes d'autres victimes que celles qui, amenées en contact par les hasards de la course vagabonde du chassé et du chasseur, étaient venues d'abord se heurter contre le rostre de ce dernier. Le carnassier, la plupart du temps, ne perd plus le contact de sa victime tuée et l'en-

aucune faculté sensorielle, lui permettant de percevoir à distance ses proies et de se diriger sur elles.

Ainsi armée de ses puissantes lèvres vibratiles, la Leucophre représente un carnassier d'une extrême voracité. Elle peut saisir et engloutir tous les Ciliés de petite et moyenne taille, tels que Cryptochilum, Cyclidium, Glaucome et Colpidium. J'ai vu quelquefois de petits *Cyclidium glaucoma* entraînés par le courant dans la vacuole post-buccale, y séjourner assez longtemps, puis en ressortir sans que la Leucophre ait semblé se douter de leur présence. Il n'en est jamais de même avec les proies plus fortes, telles que le *Glaucoma scintillans* et le *Colpidium truncatum* (Stokes). A peine ceux-ci ont-ils pénétré dans la vacuole alimentaire, qu'elle se referme sur eux, les enveloppant le plus souvent avec une assez grande quantité d'eau. Ce liquide est promptement résorbé et la proie se trouve directement engluée dans le cytoplasme. Elle est alors refoulée en arrière par le développement d'une nouvelle vacuole, qui, d'abord peu volumineuse et étroite, s'accroît rapidement sous la pression de l'afflux continuel d'eau et réoccupe la place de la précédente. Les proies, refoulées avec le cytoplasme, apparaissent sous l'aspect de gros globules dans la région opaque postérieure, où elles sont digérées.

J'ai fait de cette espèce plusieurs cultures, prolongées pendant plusieurs mois, et l'une même jusqu'à épuisement sénile. Je lui don-

gloutit immédiatement. Mais il peut lui arriver aussi, dans la brusquerie de ses mouvements, de s'en écarter un peu. Alors deux alternatives sont possibles. Ou bien la victime reste liée au carnassier par un cordon de sarcode étiré hors de son corps déchiré par les trichocystes, ainsi que je l'ai décrit plus haut (p. 230, note), où nous avons vu que ce cordon avait été considéré à tort comme un prolongement proboscidal du Didinium. Ou bien le contact est entièrement détruit. Dans ce dernier cas, le carnassier exécute sur place quelques mouvements de recherche et le plus souvent réussit à retrouver sa proie et l'avale comme le font toutes les Enchélydes et les Trachélides. Dans toutes ces manœuvres, il n'y a jamais la moindre indication d'une perception à distance ; mais de simples mouvements très variés de direction, afin de multiplier les chances de rencontre et de contact. M. Binet attribue au Didinium un choix de sa nourriture et nous dit qu'il n'attaque jamais le *Paramecium bursaria*. Je ne sais sur quelle autorité il s'appuie, car Balbiani affirme tout le contraire. (*Archives de zoologie expérimentale*, t. II, 1873, p. 378.)

nais en nourriture de petits Ciliés, tels que Cryptochilum, Glaucome et Colpidium. Elle s'est bipartitionnée par vingt-quatre heures

	1 fois.	2 fois.	3 fois.	4 fois.	5 fois.	6 fois.	7 fois.
avec	6 à 8°	8° à 11°	11° à 14°	14° à 17°	17° à 20°	20° à 23°	23° à 26°.

D'où il résulte qu'une Leucophre peut, par jour, donner naissance à 2 individus dans le premier cas, à 4 dans le second, à 8 dans le troisième, à 16 dans le quatrième, à 32 dans le cinquième, à 64 dans le sixième et à 128 dans le septième. Cette puissance de multiplication, bien que fort grande, est cependant un peu moindre que celle du *Glaucoma scintillans*.

Je crois que 25 degrés à 26 degrés centigrades représentent la température la plus favorable à la multiplication de la Leucophre, le point *optimum* après lequel cette faculté décroît, soit qu'on descende au-dessous ou qu'on s'élève au-dessus. Cet *optimum* ne paraît même pas pouvoir être dépassé de beaucoup sans que l'existence de l'espèce se trouve gravement compromise. En effet, la température de mes cultures s'étant élevée à 28 et 29 degrés, j'ai vu les Leucophres s'étioler peu à peu, perdre leur appétit, se reproduire de plus en plus lentement et, finalement, dépérir complètement, sans qu'il fût possible de trouver une autre cause que la chaleur à ce dépérissement. Cette observation s'accorderait d'ailleurs fort bien avec l'habitude de la Leucophre de séjourner dans les eaux vives où croît le cresson. Je ne la communique ici cependant qu'avec une certaine réserve, car je me propose, à la première occasion, de la contrôler par des expériences plus précises.

Nous avons déjà signalé chez l'*Onychodromus grandis* des différences individuelles dans la faculté de reproduction. J'ai constaté le même fait chez la Leucophre. Pendant plusieurs semaines, j'ai suivi deux cultures inaugurées avec deux progéniteurs absolument étrangers l'un à l'autre, et, sur l'une d'elles, il s'est produit régulièrement une différence en moins dans le nombre des générations. Quand sur l'une je comptais, par vingt-quatre heures, cinq ou six bipartitions; sur la seconde, je n'en trouvais que quatre ou cinq. La diffé-

rence était donc d'environ un cinquième. Les deux cultures étaient cependant placées dans des conditions de température et de nourriture parfaitement identiques.

J'ai pu suivre également chez la Leucophre l'effet de la dégénérescence sénile; elle s'est fait sentir dans une culture commencée le 1er février 1886, et entretenue sans interruption jusqu'au 23 juillet, où elle s'est éteinte. Je n'ai pas enregistré jour par jour les générations; je me suis contenté d'en noter quelques séries quotidiennes à des espaces de dix à quinze jours. En tenant compte de la température des mois pendant lesquels cette culture a duré et de la puissance de multiplication des individus ainsi cultivés, j'ai calculé que le nombre total des générations devait atteindre le chiffre de 660 au minimum au moment de l'extinction. L'approche de celle-ci s'est fait sentir assez longtemps à l'avance, car près de deux mois avant sa date extrême, des individus d'apparence étiolée, ne mangeant plus et disparaissant sans se reproduire, ont commencé à apparaître sur les préparations. Le nombre de ces étiolés s'est accru peu à peu, pour finir par le dépérissement total de la culture, arrivé le 23 juillet, après une durée de cent soixante-treize jours. Je n'ai point fait de préparations avec réactifs pour étudier l'action de la dégénérescence sur l'appareil nucléaire.

En outre de la bipartition fissipare ordinaire, résultant de l'accroissement végétatif, la Leucophre jouit encore d'un mode de multiplication particulier, que j'ai déjà signalé [1] à l'attention des observateurs. Je reprends ici ces observations, afin de les accompagner de figures explicatives et de les compléter.

La Leucophre, nous l'avons vu, douée d'une grande puissance d'absorption et d'assimilation, s'accroît rapidement et se bipartitionne non moins rapidement. Jusqu'ici rien de particulier à remarquer, puisqu'en se comportant ainsi elle ne fait qu'obéir à la loi d'accroissement végétatif. La fissiparité est, en effet, un phénomène

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIII, 1886, p. 1270; t. CIV, 1887, p. 308.

nécessairement corrélatif de cet accroissement et on peut la considérer comme n'étant que le terme final et suprême de ce dernier. Mais, lorsque cet Infusoire a épuisé les aliments qui l'entourent, ou qu'on le place dans un milieu absolument dénué de nourriture, on le voit alors passer par une série de transformations, suivies de divisions fissipares toutes différentes des précédentes et contradictoires avec la loi générale de fissiparité que nous venons de formuler.

Je place des Leucophres en culture sur porte-objet, en leur donnant une riche pâture de petits Infusoires. Elles leur font une chasse acharnée et se multiplient rapidement. Après deux ou trois jours, cette nourriture s'épuise. Les Leucophres viennent alors les unes après les autres se fixer sur les bords de la goutte d'eau en se raccourcissant, comme si elles allaient s'enrouler en boule pour s'enkyster. Mais elles ne sécrètent aucun kyste. Tout l'appareil buccal, fossette, membranes vibratiles, vacuole alimentaire, s'efface et disparaît complètement. La bouche n'est plus indiquée que par une mince fente, assez difficile à distinguer.

En cet état, les Leucophres commencent à se fissiparer (pl. XII, fig. 3) transversalement. Les bipartitions, toujours transversales, se succèdent rapidement, sans que les rejetons qui en résultent se remettent en mouvement, ou recommencent à manger après chacune d'elles. Elles se répètent trois, quatre ou cinq fois, suivant la taille du progéniteur, d'où il résulte que chaque Leucophre normale peut donner naissance en très peu d'heures à 8, 16, ou 32 de ces petits rejetons [1]. J'ai vu ces phénomènes se produire dans mes cultures autant de fois que je l'ai voulu. Ils se sont également manifestés dans les petits aquariums où je puisais mes Leucophres.

La taille des rejetons se réduit graduellement après chacune des

[1] Dans les Notes citées plus haut, j'avais affirmé que chaque Leucophre pouvait produire soixante-quatre petits rejetons à la suite de six bipartitions successives. J'avais été trompé par un calcul fait à l'aide de données insuffisantes. Les chiffres rectifiés ici sont le résultat d'observations directes.

bipartitions, et, après la dernière, au moment où ils vont redevenir mobiles (pl. XII, fig. 4), ils ne mesurent plus que 50 à 60 μ en longueur et 19 à 20 μ en largeur. Sous cette forme, ils diffèrent tellement des Leucophres normales, qu'il faut avoir constaté directement leur filiation pour ne pas en faire une espèce, ou même un genre distincts. Le corps, uniformément cilié sur toute sa surface, est assez transparent et ne contient ni ingesta ni corps étrangers d'aucune sorte. Sa forme est celle d'un court cylindre deux à deux fois et demie aussi long que large. L'emplacement de la bouche ne se reconnaît plus qu'à une petite fente à peine visible et située sur un des côtés du pôle antérieur. Cette bouche est complètement close, et, pendant que les petits rejetons conservent cette forme cylindrique, ils ne prennent aucune nourriture. Une vacuole contractile, située sur un des côtés de l'extrémité postérieure, continue ses pulsations. Le nucléus se distingue, même sur le vivant, sous l'aspect d'une tache claire, située dans la région moyenne du corps. Les réactifs font apparaître un petit micronucléus accolé au nucléus.

Sous cette forme cylindrique, ils jouissent d'une grande agilité et circulent rapidement et sans repos dans toutes les directions. Cet état de grande mobilité peut durer plusieurs jours. Ils s'immobilisent cependant quelquefois en modifiant un peu leur aspect, qui devient piriforme (pl. XII, fig. 5). Ces petits rejetons succombent aisément victimes des Leucophres non métamorphosées, qui leur font une chasse acharnée et s'en nourrissent avidement.

Lorsqu'on les isole, en les mettant ainsi à l'abri de leurs voraces congénères, ils finissent par s'immobiliser après cette longue période d'agilité et de jeûne. On peut alors les voir reprendre la forme typique de Leucophre, en reconstituant leur appareil buccal. Ils commencent par se raccourcir en s'élargissant dans la région antérieure (pl. XII, fig. 6). Ce raccourcissement se continue et ils prennent alors une forme quadrangulaire presque carrée (fig. 7). A ce moment, on distingue deux fines membranes longitudinales oscillant lentement sur un des angles. C'est le premier rudiment de l'appareil

buccal qui reparaît. Enfin, par une dernière métamorphose, tout le corps se distend, la fossette buccale s'élargit et, en arrière d'elle, une large vacuole alimentaire se creuse sous l'action du courant produit par les lèvres vibratiles (fig. 8). J'ai vu ces métamorphoses, par une température de 15 degrés centigrades, s'exécuter en trois heures. Je donnai immédiatement à ces petites Leucophres une abondante nourriture, et, en quatorze heures de temps, elles se développèrent et s'accrurent suffisamment pour effectuer leur première bipartition végétative.

L'interprétation de ces faits est plus complexe que je ne l'avais cru d'abord, lorsque je publiai les Notes préliminaires citées plus haut. Je les considérais alors comme une adaptation biologique destinée uniquement à sauvegarder l'espèce dans les moments de disette. Sous sa forme normale, la Leucophrys est lourde et peu agile ; sous la forme naine de petits rejetons, elle circule rapidement et peut s'éloigner des points où la nourriture est épuisée. En outre, ces petits individus, devenus extrêmement nombreux en très peu de temps, servent à alimenter les gros retardataires, qui ne se sont pas métamorphosés, et, dans les cas d'extrême disette, l'espèce sera ainsi conservée par une sorte d'autophagie.

Je n'ai rien à changer à cette interprétation, et, ainsi formulée, elle me paraît toujours exacte. Mais elle est incomplète et de nouvelles observations me permettent d'en étendre le sens. J'ai, en effet, reconnu depuis lors un fait important qui m'avait d'abord échappé. La *Leucophrys patula* se conjugue toujours et uniquement sous cette forme naine. Lorsque des individus appartenant à des cycles de générations distinctes vivent ensemble et sont arrivés à une période de maturité sexuelle, il suffit de les faire métamorphoser en petits rejetons, par suppression de nourriture, pour les voir immédiatement après s'unir et former de nombreux couples. J'ai répété cette expérience nombre de fois et toujours avec un résultat infaillible.

La Leucophre n'est d'ailleurs pas le seul Cilié se préparant à la conjugaison par une série de bipartitions rapides, produisant des

générations de formes naines. J'ai, en effet, observé des phénomènes absolument identiques chez le *Didinium nasutum*, l'*Enchelys farcimen* et le *Prorodon teres*.

En résumé, ces bipartitions successives et rapides, sans accroissement végétatif, et les formes naines qui en résultent, me paraissent, suivant les circonstances, avoir une double destination. Dans un premier cas, elles servent à sauvegarder l'espèce; dans le second, à la conjugaison ou fécondation sexuelle.

Balbiani [1], interprétant ces faits autrement que moi, a publié une critique de mes conclusions. Comme je crois avoir suffisamment réfuté ses critiques dans la seconde des Notes déjà citées plusieurs fois, il est inutile de revenir ici sur cette petite controverse.

Spathidium spathula.

Ce curieux Cilié ne me paraissant pas suffisamment étudié, même après la figure que Bütschli vient d'en donner dans ses *Protozoa* [2], je crois utile d'en faire une brève description.

Le corps, de forme oblongue, peut en longueur dépasser cinq à six fois la largeur. J'ai mesuré des longueurs variant entre 100 et 160 μ; mais ces variations sont encore beaucoup plus grandes, puisque Ehrenberg cite des longueurs de 188 μ et Dujardin de 180 à 240 μ. On peut y distinguer deux régions : une antérieure comprenant le cou et la bouche avec ses dépendances, et une postérieure. Celle-ci est cylindrique, renflée, un peu atténuée à son extrémité postérieure. La région antérieure, au contraire, est assez comprimée. Rétrécie d'abord en un cou dont la longueur peut varier, elle s'élargit en avant assez brusquement dans la région de la bouche et se termine par une troncature oblique (pl. XII, fig. 9). On ne trouve pas de corpuscules biréfringents d'urate de soude dans cet Infusoire, lorsqu'il n'a pas dévoré de proie en contenant.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 3 janvier 1887.

[2] *Protozoa*, 1887, pl. LVIII, fig. 10. — Cette figure est empruntée à d'anciens dessins inédits de Lieberkuhn.

La ciliation, disposée en rangées longitudinales, est uniforme sur tout le corps, à l'exception d'une ligne de cils un peu plus forts bordant le pourtour de la troncature terminale de l'avant.

On a figuré la bouche sous la forme d'une longue fente s'étendant sur toute la longueur de cette troncature antérieure. Ce n'est pas exact. Elle est bien située sur cette troncature, mais elle n'en occupe que l'angle postérieur. Comme la bouche des Loxophylles, elle est toujours fermée en temps ordinaire et par conséquent complètement invisible. On ne la voit s'ouvrir qu'au moment d'engloutir une proie, et elle peut alors se distendre très largement. La troncature prébuccale est garnie dans toute son étendue de nombreux petits trichocystes, avec lesquels le Spathidium foudroie et immobilise ses proies, pour les engloutir ensuite, en appliquant et ouvrant sur leur cadavre sa bouche si dilatable. J'ai assisté nombre de fois à ces captures, qui ressemblent trait pour trait à la façon de procéder des Loxophylles. Il capture ainsi et se nourrit de toutes les petites espèces de Ciliés, tels que Glaucome, Cyclidium et Cryptochilum. Dès que, par le hasard des rencontres, une de ces victimes est tombée en contact avec la région buccale du carnassier, on la voit s'arrêter, brusquement paralysée. Cette organisation de l'appareil buccal fait du Spathidium un Infusoire chasseur, en course perpétuelle à la recherche de son butin.

La vacuole contractile et l'anus sont situés à l'extrémité postérieure.

Le nucléus a la forme d'un long ruban plus ou moins sinueux, disposé longitudinalement suivant le grand axe du corps. Sa substance renferme souvent de nombreux nodules. Le micronucléus est représenté par de petits corpuscules sphériques. J'en ai compté de six à neuf.

On peut aisément obtenir des kystes du Spathidium, en le privant de nourriture. Il s'enroule en boule et sécrète un kyste d'abord parfaitement sphérique et lisse (pl. XII, fig. 10). Après quelques heures apparaît dans le corps une vacuole qui, d'abord petite et

claire, ne tarde pas à s'accroître en gonflant et distendant fortement le corps et le kyste (fig. 11). Quelques heures plus tard, le kyste subit une nouvelle transformation à la suite de laquelle on le trouve très réduit de volume (fig. 12, 13). Le grande vacuole a disparu et la coque, composée sans doute jusqu'à ce moment d'une substance très élastique, s'est fortement rétractée, rétraction accompagnée d'un épaississement notable de sa paroi. Elle porte extérieurement huit larges sillons creux alternant avec huit côtes très saillantes, et dirigées longitudinalement selon un axe commun.

Le Spathidium est un type fort intéressant. Avec l'*Acineria incurvata* de Dujardin, il représente une forme intermédiaire entre les Enchélydes et les Trachélides. Il a encore conservé le type général des premières, et cependant on voit déjà apparaître dans sa région buccale tous les éléments morphologiques caractéristiques des dernières. On y trouve en effet une trompe rudimentaire plane, bordée de cils plus longs en crinière et armée de trichocystes.

J'ai isolé un individu et l'ai cultivé avec ses descendants pendant une quinzaine, en lui donnant pour nourriture des *Cryptochilum nigricans*. Ils se sont bipartitionnés par vingt-quatre heures

	1 fois.		2 fois.
avec	15° à 17°	—	17° à 19°.

D'où il résulte qu'un individu peut en un jour donner naissance à deux descendants dans le premier cas, et à quatre dans le second. Cette puissance de multiplication se rapproche assez exactement de celle des Paramécies.

Loxophyllum fasciola.

J'ai isolé cette espèce et l'ai cultivée pendant une quinzaine, en lui donnant des *Cryptochilum nigricans* pour nourriture. Elle s'est bipartitionnée trois fois par vingt-quatre heures avec une température de 22 à 25 degrés, et produisait par conséquent huit individus par jour. Cette puissance de multiplication se rapproche de celle de la *Stylonichia mytilus*.

Loxophyllum obtusum.

Je donne ce nom à une espèce connue et figurée depuis longtemps, mais qui a été confondue à tort avec la précédente. Elle a été vue et distinguée pour la première fois par Lachmann, qui en donne un dessin suffisamment exact[1] comme vue d'ensemble. L'observateur allemand n'osa pas en faire une espèce distincte, bien qu'il eût pressenti l'impossibilité de la confondre avec le *Loxophyllum fasciola.*

Elle se distingue de ce dernier :

1° Par la présence d'une seconde vacuole contractile située en avant à la base du cou. Lachmann n'a pas aperçu cette seconde vacuole qui est en effet fort difficile, sinon impossible à voir sur les individus gonflés de nourriture. Son existence est cependant constante, et il suffit de laisser jeûner le Loxophylle pour la distinguer sans peine. L'autre vacuole est placée vers l'extrémité postérieure du corps;

2° Par l'absence du limbe transparent à l'extrémité postérieure et, par suite, la situation terminale de l'anus. Ce second caractère distinctif est également très constant.

L'appareil nucléaire se compose de deux corps nucléaires et un micronucléus.

Ce Loxophylle est un carnassier très vorace. Je l'ai isolé et tenu en culture pendant un mois, en lui donnant en nourriture des *Cryptochilum nigricans.* Il s'est bipartitionné par vingt-quatre heures

	2 fois.		3 fois.
avec	15° à 17°	—	17° à 19°.

C'est-à-dire qu'un individu peut en un jour donner naissance à quatre individus dans le premier cas et à huit dans le second. Sa puissance de multiplication est donc notablement plus forte que

[1] *Müller's Archiv*, 1856, pl. XIV, fig. 12 ; id., *De Infusoriorum, imprimis verticellinorum structura*, 1855, p. 27, pl. II, fig. 12.

celle du *Loxophyllum fasciola*, et se rapproche presque complètement de celle des Paramécies.

Vorticella.

Les Vorticelles, fixées à leur pédoncule, se prêtent difficilement à des cultures isolées un peu prolongées. J'en ai cependant suivi une et ses descendantes pendant six à sept jours. Je leur donnai en nourriture la bouillie de farine cuite. La température étant de 14 à 15 degrés, elles se bipartitionnèrent une fois par vingt-quatre heures. Cette puissance de multiplication ressemble à celle des Paramécies.

TABLEAU RÉCAPITULATIF.

(Bipartitions par 24 heures)	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Stylonichia pustulata	»	»	5-10	10-15	15-20	20-24	24-28	»	»
— *mytilus*	»	6-9	9-14	14-19	19-25	»	»	»	»
Onychodromus grandis	»	5-7	7-12	12-18	18-22	22-27	27-30	»	»
Oxytricha ?	»	»	»	19 22	»	»	»	»	»
Oxytricha fallax	»	»	»	14-16	16-18	»	»	»	»
Gastrostyla Steinii	»	»	»	15-18	18-22	22-25	»	»	»
Euplotes patella	»	»	15-20	20-24	»	»	»	»	»
Stentor cœruleus	»	»	23-26	»	»	»	»	»	»
Spirostomum teres	»	16-18	»	»	»	»	»	»	»
Paramecium caudatum	»	»	15-17	17-20	»	»	»	»	»
— *aurelia*	»	»	14-18	18-20	»	»	»	»	»
— *bursaria*	13-15	13-15	»	»	»	»	»	»	»
Colpidium colpoda	»	»	»	12-16	16-20	»	»	»	»
Coleps hirtus	»	»	16-18	»	»	»	»	»	»
Glaucoma scintillans	»	»	»	»	11-13	13-15	15-18	»	»
Leucophrys patula	»	»	6-8	8-11	11-14	14-17	17-20	20-23	23-25
Spathidium spathula	»	»	15-17	17-19	»	»	»	»	»
Loxophyllum fasciola	»	»	»	»	22-25	»	»	»	»
— *obtusum*	»	»	11-17	17-19	»	»	»	»	»
Vorticella ?	»	»	14-16	»	»	»	»	»	»
	Températures.								

RÉSULTATS ET CONCLUSIONS.

En parcourant le tableau précédent, on voit immédiatement qu'il existe, chez les Ciliés, de grandes différences dans la faculté de repro-

duction. Afin de mieux mettre en évidence ces différences, je reproduis de nouveau la liste de ces Infusoires, dans l'ordre décroissant de leur puissance de multiplication, et en les accompagnant de chiffres comparatifs, rapportant la faculté de multiplication de chacun d'eux à une unité commune. J'ai pris pour unité la puissance prolifique du *Glaucoma scintillans*, qui est la plus élevée :

Glaucoma scintillans	comme	1 à 1
Leucophrys patula	—	1 à 1,2
Stylonichia pustulata	—	1 à 1,7
Oxytricha fallax	—	1 à 1,7
Colpidium colpoda	—	1 à 1,7
Stylonichia mytilus	—	1 à 2,5
Onychodromus grandis	—	1 à 2,5
Gastrostyla Steinii	—	1 à 2,5
Spathidium spathula	—	1 à 2,5
Loxophyllum obtusum	—	1 à 2,5
Vorticella ?	—	1 à 4
Oxytricha ?	—	1 à 4,5
Euplotes patella	—	1 à 5
Paramecium caudatum	—	1 à 5
— *aurelia*	—	1 à 5
Coleps hirtus	—	1 à 5
Loxophyllum fasciola	—	1 à 5
Stentor cœruleus	—	1 à 8
Paramecium bursaria	—	1 à 8
Spirostomum teres	—	1 à 10

Ce second tableau nous montre quelles grandes différences peuvent exister, puisqu'elles s'élèvent jusqu'à la proportion de 1 à 10 entre le *Glaucoma scintillans* et le *Spirostomum teres* ; c'est-à-dire que ce dernier a une faculté de reproduction dix fois moindre que le premier. Je n'ai point la prétention de donner ces chiffres comme possédant une exactitude absolument rigoureuse. Cette précision est fort difficile à obtenir en ces matières, et pour en approcher le plus près possible, il eût fallu cultiver tous ces Infusoires dans des étuves réglées à une température constante. Travaillant en dehors des laboratoires officiels et avec mes faibles ressources personnelles, je n'ai pu me procurer ces installations dispendieuses. Je crois cependant ces chiffres assez exacts, pour nous fournir une expression suffisam-

ment précise des rapports d'accroissement des diverses espèces entre elles.

Comment expliquer ces différences? Dans la note préliminaire que j'ai publiée [1] sur ces matières, je disais : la puissance de multiplication des Ciliés est sous la dépendance de trois facteurs : 1° la qualité et l'abondance de la nourriture ; 2° la température ; 3° l'adaptation biologique de chaque espèce au point de vue alimentaire. Ecartons pour le moment les deux premiers facteurs, qui n'ont rien à voir dans la question que nous venons de nous poser. Le troisième facteur suffit-il à lui seul pour y répondre? Actuellement je ne le crois plus. Dans les pages antérieures (p. 185), j'ai suffisamment développé ce que j'entends par l'adaptation alimentaire des Ciliés, et le rôle important que ce facteur doit jouer dans leur accroissement ressort de lui-même de ces éclaircissements. Mais il doit encore exister un autre facteur plus obscur et plus difficile à saisir, car autrement comment expliquer les différences de faculté de reproduction, quelquefois fort grandes, qui se montrent entre des espèces également bien armées et organisées pour la capture et la préhension des aliments? Ces différences doivent tenir à quelque chose de plus intime que ce que nous avons appelé l'adaptation alimentaire, et ce quelque chose ne peut être recherché que dans la constitution spéciale, dans le tempérament particulier de chaque espèce. Ce tempérament lui-même résulte très certainement de différences intimes dans la structure moléculaire des organismes, différences qui échappent pour le moment à nos moyens d'investigation; mais qui n'en agissent pas moins activement sur les facultés d'absorption et d'assimilation de ces êtres, les déprimant chez les uns, les exaltant au contraire chez les autres. Ce quatrième facteur, le tempérament, uni à l'adaptation alimentaire, me paraît donc répondre parfaitement à la question posée en tête de ce paragraphe.

Si nous voulons nous résumer maintenant, en envisageant la fa-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CIV, 1887, p. 1006.

culté de reproduction des Ciliés à un point de vue plus général et plus absolu, nous pouvons dire qu'elle est sous la dépendance des quatre facteurs suivants : 1° le tempérament particulier des espèces ; 2° leur adaptation biologique au point de vue alimentaire ; 3° la qualité et l'abondance de la nourriture ; 4° la température.

Je n'ai rien à ajouter au sujet des deux premiers facteurs. L'influence de la quantité des aliments n'a pas besoin d'explication non plus. Celle de leur qualité a été amplement démontrée par les expériences signalées plus haut (p. 205 et 218), dans lesquelles nous avons vu la *Stylonichia pustulata* et l'*Onychodromus grandis* éprouver de profondes modifications dans leur accroissement, leur multiplication et même leur organologie, suivant la nature des aliments. Quant à l'influence de la température, elle ressort assez nettement de toutes les expériences décrites dans les pages précédentes. Il eût été intéressant de compléter ces expériences, en déterminant les points minimum et maximum de température, après lesquels la vie devient impossible pour chaque espèce étudiée. Mais je ne possédais pas l'outillage scientifique nécessaire à ces déterminations. Rappelons-nous, toutefois, que nous avons constaté chez l'*Euplotes patella* un minimum de 5 à 6 degrés centigrades, avec lequel cette espèce ne semble plus pouvoir vivre (p. 228), et chez la *Leucophrys patula* un maximum de 28 à 29 degrés centigrades, également néfaste à cette dernière espèce (p. 241). Cette influence, si intense, de la température sur la vie des Ciliés avait déjà été constatée par Rossbach [1] et par moi [2] sur le fonctionnement des vacuoles contractiles et sur la rapidité de marche des phénomènes de l'évolution sexuelle [3].

J'ai voulu m'assurer si la lumière n'intervenait pas aussi dans l'accroissement et la multiplication des Ciliés. J'ai donc choisi, parmi les espèces dont je suivais le développement, la *Stylonichia pustulata*, le *Paramecium bursaria*, le *Colpidium colpoda*, le *Glaucoma scintillans*,

[1] *Arbeiten aus dem zoologisch-zootomischen Institut in Würzburg*, 1872, p. 35.

[2] *Archives de zoologie expérimentale*, t. I, 1883, p. 647.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CIII, 1886, p. 483.

et pendant tout le mois de janvier 1886, j'ai fait des cultures à l'obscurité, de ces quatre espèces. J'isolai un premier individu, emprunté aux cultures que j'entretenais simultanément à la lumière. Afin d'obtenir une obscurité complète, je me servis, pour chambres humides, de boîtes de fer-blanc, fermant hermétiquement à l'aide de couvercles à rebord, et les enfermai dans une large boîte en bois, à parois épaisses, et fermant aussi hermétiquement à l'aide d'un couvercle à rebord. Pendant toute la durée du mois, ces doubles boîtes ne furent ouvertes que quelques minutes chaque jour, afin de vérifier la marche des cultures et leur donner les soins d'entretien nécessaires. Ces boîtes furent placées près des chambres humides éclairées et, par conséquent, soumises à la même température. La nourriture offerte fut constamment la même dans les cultures à l'obscurité et dans celles à la lumière. Je crois donc pouvoir affirmer que ces cultures simultanées furent entretenues dans des conditions d'identité les plus parfaites, sauf la présence ou l'absence de la lumière. Cette différence n'eut aucune influence sur les résultats. Pendant toute la durée du mois, les cultures à l'obscurité et celles à la lumière marchèrent parallèlement avec l'accord le plus complet. Voici le nombre des générations pour chacune des quatre espèces :

	Lumière.	Obscurité.
Stylonichia pustulata	49	50
Paramecium bursaria	9	9
Colpidium colpoda	46	48
Glaucoma scintillans	99	98

La lumière n'a donc aucune action sur l'accroissement et la multiplication des Ciliés.

On a affirmé que la faculté fissipare des Ciliés était modifiée par la conjugaison, et que cet acte sexuel avait, pour principal effet, de la renforcer et de l'accélérer. Les Ciliés, au sortir de la conjugaison, se multiplieraient beaucoup plus rapidement qu'ils ne le font plus tard. Cette opinion est devenue courante, et on la trouve reproduite dans les Mémoires et les Traités généraux, comme une vérité défini-

tivement acquise. Elle a été émise, pour la première fois, par Bütschli, en 1876[1], et reprise ensuite par Balbiani, en 1882[2], qui s'en est emparé, et a même cru en avoir fourni la démonstration expérimentale. J'ai discuté plus haut (p. 171) et réfuté les prétendues preuves de Balbiani ; nous n'avons donc pas à y revenir ici. Quant à Bütschli, il a fondé son opinion sur une observation qui me semble bien insuffisante. Il a observé, pendant quinze à vingt jours, des *Paramecium putrinum* isolés dans un verre de montre, à l'état de couples unis en conjugaison. Il a vu les ex-conjugués s'accroître et se multiplier rapidement; mais sans déterminer le nombre des bipartitions quotidiennes et il n'a point fait de culture parallèle et comparative avec des Paramécies sorties de conjugaison depuis longtemps. Dans de semblables conditions, il n'y a, à mon avis, aucune conclusion à tirer de cette observation.

J'ai voulu vérifier moi-même cette opinion, à l'aide d'expériences précises, et l'ai trouvée complètement inexacte. La longue culture de *Stylonichia pustulata*, dont le journal est reproduit plus haut, démontre déjà suffisamment cette inexactitude. Elle a été inaugurée avec une ex-conjuguée, prise au sortir même de l'accouplement. Que l'on parcoure le journal d'un bout à l'autre, et on n'y remarquera, à aucun moment, de différences en plus ou en moins dans le mouvement des bipartitions. Elles se succèdent avec une marche uniforme, modifiée uniquement par les variations de la température. Je ne me suis pas contenté de cette unique expérience. J'ai isolé d'autres ex-conjugués de la *Stylonichia pustulata*, puis de l'*Onychodromus grandis*, de l'*Euplotes patella*, du *Paramecium aurelia* et de la *Leucophrys patula*. J'ai suivi, jour par jour, les générations successives de leurs descendants, pendant des durées de temps qui ont varié depuis quinze jours jusqu'à un ou deux mois. Chez aucune de ces espèces, je n'ai constaté la moindre différence dans la succes-

[1] *Studien über die ersten entwicklungsvorgänge... und die conjugation der Infusorien*, p. 58 et 209.

[2] *Journal de micrographie*, t. VI, p. 383.

sion des bipartitions. Anciennement ou nouvellement conjugués, tous les individus se sont comportés de la même façon. Leur puissance de reproduction n'a montré d'autres différences, que celles causées par les changements de température. Il est bien entendu, que je parle ici d'individus bien et normalement constitués, avant que la dégénérescence sénile ait commencé à faire sentir son effet.

Il ne peut donc exister, au point de vue de la faculté de reproduction, d'autres différences entre les représentants d'une même espèce, que des différences individuelles, semblables à celles que nous avons constatées plus haut chez l'*Onychodromus grandis* (p. 220) et chez la *Leucophrys patula* (p. 241). Ces différences se font sentir sur tous les individus appartenant à un même cycle de générations, et dérivent évidemment d'une constitution intime spéciale, d'un tempérament particulier du progéniteur, ancêtre primitif de ce cycle. Leur cause directe échappant, pour le moment, à nos moyens d'investigation, nous n'avons pas à nous en occuper plus longtemps.

Les phénomènes de dégénérescence sénile, que nous avons décrits plus haut, à propos de la *Stylonichia pustulata* (p. 206), de la *Stylonichia mytilus* (p. 213), de l'*Onychodromus grandis* (p. 221), de l'*Oxytricha* (p. 223) et de la *Leucophrys patula* (p. 242), réclament notre attention à un haut degré. Ces phénomènes peuvent se grouper en deux classes, les uns étant d'ordre morphologique, les autres d'ordre physiologique. Les seconds ne sont évidemment que le résultat et la conséquence des premiers.

Les phénomènes morphologiques de dégénérescence se manifestent par des dégradations de deux sortes, les unes affectant le corps et les appendices des Infusoires, les autres désorganisant leur appareil nucléaire.

Le premier indice extérieur de la dégénérescence se manifeste dans la réduction de la taille. Les individus qui en sont affectés deviennent de plus en plus petits, à mesure que le chiffre de leurs générations s'accroît et que, par suite, ils deviennent de plus en plus vieux. La *Stylonichia pustulata* qui, à l'état normal, mesure

160 μ., voit sa taille descendre graduellement à 135, 110, 90, 70, 45 et même 40 μ. La *Stylonichia mytilus*, qui peut atteindre jusqu'à 300 μ., se réduit graduellement à 160, 130, 120 et 110 μ. L'*Onychodromus grandis* descend de 300 μ à 150, 110 et même 70 μ ; l'*Oxytricha* indéterminée, de 190 μ à 160, 140, 120 et 75 μ. Cette réduction de taille, par dégénérescence sénile, doit bien être distinguée de celle que certaines espèces éprouvent au moment de la conjugaison, et à laquelle on a donné une importance exagérée et des interprétations inexactes. Je me contente de signaler ici cette distinction, puisque j'aurai à y revenir plus longuement dans le travail sur la sexualité des Ciliés, que je publierai après celui-ci.

La dégénérescence sénile peut, pendant un assez grand nombre de générations, ne se manifester par aucun autre caractère extérieur que par cette diminution de taille. Nous avons vu, en effet, que les Stylonichies et les Onychodromes, arrivées au premier degré de la dégénérescence, conservent encore tous leurs organes externes, et continuent à vivre et se multiplier comme à l'état normal. Leur faculté de croissance, seule, est diminuée et ne leur permet plus d'atteindre à leur ancienne taille. Mais lorsque, avec l'augmentation du nombre des générations, la sénescence accentue ses effets, ils éprouvent, dans leurs organes externes, des atrophies et des dégradations nouvelles et plus profondes. C'est alors que, chez la *Stylonichia pustulata* et l'*Onychodromus grandis*, l'appareil vibratile buccal s'atrophie et disparaît en partie, que, chez toutes les espèces, le corps se réduit et se ratatine de plus en plus, en prenant des formes et des contours assez éloignés du type spécifique, et qu'enfin cette série indiscontinue de dégradations se termine par la production de ces avortons informes, incapables de vivre et de se reproduire, dont la dissolution intégrale sert de couronnement à cette œuvre de désorganisation.

La dégradation de l'appareil nucléaire suit, ainsi que nous l'avons vu, une marche un peu différente, suivant les espèces. Chez la *Stylonichia pustulata* et l'*Onychodromus grandis*, elle se manifeste de bonne

heure par l'atrophie d'abord partielle, puis complète, du micronucléus. Ces deux espèces peuvent être, depuis longtemps, dépourvues de cet organe et cependant continuer à vivre et se multiplier comme à l'état normal, sauf la réduction de taille qui se manifeste toujours dès cette première période de la dégénérescence sénile. Jusqu'ici le nucléus de ces deux espèces a peu souffert ; mais, avec l'accroissement du nombre de générations, il subit, chez la *Stylonichia pustulata*, une fragmentation qui divise en deux chacun des deux corps nucléaires primitifs. En même temps, les produits de cette fragmentation prennent des formes et des contours irréguliers. Le nucléus de l'Onychodrome se modifie très peu, et il est rare de trouver un de ses quatre corps primitifs fragmenté en deux. Je n'ai pas observé, dans la substance même du nucléus de ces deux espèces, des désorganisations semblables à celles qui sont si intenses dans celui de la *Stylonichia mytilus* et de l'*Oxytricha* indéterminée.

Chez ces deux dernières espèces, en effet, le nucléus ressent de bonne heure l'effet de la dégénérescence sénile; mais cet effet se manifeste sous une forme tout autre. Au lieu de tendre à se fragmenter, il perd jusqu'à la faculté de se diviser en deux corps, selon le type normal de ces deux espèces. Il prend une forme oblongue rubanaire, plus ou moins irrégulière et, dans sa masse, on voit d'abord apparaître de petites vacuoles, contenant de fines granulations. Ces vacuoles s'accroissent et dans leur cavité se déposent des substances à l'état de régression, d'apparence huileuse, homogènes et fortement réfringentes. En même temps la chromatine disparaît graduellement et on peut trouver des nucléus, dans lesquels il n'en reste plus trace. Enfin j'ai observé une *Stylonichia mytilus*, chez laquelle le nucléus tout entier s'était résorbé, l'appareil nucléaire n'étant plus représenté que par deux micronucléus. Ce dernier organe, chez ces deux espèces, traverse d'abord une période de régression, comme chez les deux précédentes. Mais il est fort rare que cette régression aille jusqu'à son atrophie complète. Tout au contraire, les corps micronucléaires, après avoir été réduits à un ou deux, se remettent à proliférer avec

exagération et, dans la dernière période de la dégénérescence, on en compte jusqu'à six, sept et huit par chaque individu.

Les phénomènes de dégénérescence d'ordre physiologique consistent dans l'affaiblissement graduel de l'organisme, aboutissant fatalement à sa mort et sa destruction complète, et surtout dans la surexcitation sexuelle que nous avons constatée chez deux espèces. La *Stylonichia pustulata* et l'*Onychodromus grandis* nous ont, en effet, donné de nombreux accouplements entre très proches parents, presque jusqu'à l'expiration de leurs cultures. Ces deux espèces arrivées à leur 300e bipartition, c'est-à-dire vingt à trente générations avant l'extinction finale, se sont conjuguées en grand nombre, sur des préparations ne contenant que les descendants d'un même progéniteur, sans mélange avec des étrangers. A cette période de la culture, tous les individus étaient depuis d'assez nombreuses générations dépourvus de micronucléus, disparus par atrophie sénile. Ces accouplements sont donc fatalement stériles et aboutissent à la mort des ex-conjugués. Cette hyperesthésie sexuelle morbide, chez ces deux espèces, est d'autant plus embarrassante à comprendre, que nous n'avons rien observé de semblable chez la *Stylonichia mytilus* et l'*Oxytricha*, qui, elles, conservent leurs micronucléus jusqu'au dernier moment. Faudrait-il donc admettre que cette surexcitation est causée par la disparition de cet organe ? Cela me semble aujourd'hui bien difficile, puisque toutes mes recherches sur la conjugaison des Ciliés aboutissent à démontrer que le micronucléus est l'organe essentiel de la sexualité chez ces microzoaires. Je n'insiste pas plus longuement ici sur cette difficulté, ayant l'intention d'y revenir dans mon travail sur la conjugaison.

L'atrophie complète du micronucléus chez deux espèces, sans que la croissance et la multiplication de ces Infusoires paraissent en souffrir, nous permet d'affirmer que cet organe ne joue aucun rôle actif dans ces phénomènes purement végétatifs. Cette conclusion est complètement d'accord avec les résultats de mes recherches sur la conjugaison. Une seule de mes observations pourrait encore laisser

place à un léger doute. Il s'agit de cette *Stylonichia mytilus* (p. 216), dont l'appareil nucléaire n'était plus représenté que par deux micronucléus, le nucléus ayant été complètement atrophié, et qui cependant continuait à se nourrir vigoureusement. Elle avait été prise à la 305e génération de la culture. On peut se demander si cette Stylonichie ainsi énucléée n'eût pas continué à vivre, s'accroître et se multiplier? C'est à quoi je n'ai rien à répondre. Tout ce que je puis dire, c'est que par son aspect général et son état d'organisation, elle ne paraissait nullement à la veille d'une fin prochaine.

Il nous faut donc bien l'avouer, mes observations et mes expériences, si nombreuses et si prolongées qu'elles aient pu être, ne nous permettent pas encore de formuler des conclusions, à l'abri de tout doute, sur les rôles fonctionnels respectifs du nucléus et du micronucléus. Un seul fait semble bien établi; à savoir que le micronucléus n'a aucune action dans les phénomènes d'accroissement végétatif (nutrition et fissiparité). Mais, quelle est exactement la part d'influence du micronucléus dans ces phénomènes? C'est ce qu'il est plus difficile de dire. D'ailleurs je ne veux pas insister ici sur ces importantes questions, me réservant d'y revenir avec tous les développements nécessaires dans mon travail sur la conjugaison.

J'ai conduit six cultures jusqu'à leur extinction finale par épuisement sénile. La première (*Stylonichia pustulata*) s'est éteinte après 215 bipartitions, la deuxième (*Stylonichia pustulata*) après 316, la troisième (*Stylonichia mytilus*) après 319, la quatrième (*Onychodromus grandis*) après 320 à 330, la cinquième (*Oxytricha*) après 320 à 330, la sixième enfin (*Leucophrys patula*) après 660. De ces six cultures une seule, la deuxième, a été inaugurée avec un individu sortant immédiatement de conjugaison. Elle est donc également la seule, qui puisse être considérée comme représentant un cycle complet de générations agames. La concordance du chiffre de générations de cette culture avec ceux des troisième, quatrième et cinquième, me fait croire que, dans ces trois dernières cultures, le premier progéniteur isolé avait dû être également un individu sortant de con-

jugaison depuis peu de temps. Si cette supposition est, comme je le pense, exacte, il en résulterait que pour les quatre espèces isolées dans ces quatre cultures, le cycle de leurs générations agames serait renfermé dans un chiffre de 310 à 340 bipartitions fissipares. Le chiffre beaucoup plus élevé de 660 générations obtenues dans la culture de la Leucophre, nous démontre également que le nombre de bipartitions des cycles agamiques peut varier considérablement chez les différentes espèces. Il est donc impossible, à ce point de vue, de tirer aucune conclusion générale des chiffres constatés par nous. Il faudrait auparavant avoir déterminé le cycle de générations d'un beaucoup plus grand nombre d'espèces. Je laisse à d'autres le soin d'entreprendre ces longues et fatigantes expériences.

En revanche, ces six cultures poursuivies jusqu'à épuisement sénile complet suffisent amplement pour établir, sans conteste possible, un fait biologique d'une importance générale assez considérable. Elles démontrent, en effet, que chez les Infusoires ciliés, comme chez tant d'autres êtres vivants, sinon chez tous, l'organisme se détériore et s'use de lui-même, simplement par l'exercice prolongé de ses fonctions. Cette détérioration et cette usure physiologiques, procédant de causes internes, nous sont familières chez les animaux supérieurs, où elles s'y manifestent par les phénomènes de vieillesse et de décrépitude, aboutissant à leur terme inévitable, la mort naturelle ou mort par sénescence. Je ne reprendrai pas ici l'énumération de ces phénomènes si connus et dont la description se trouve dans tous les traités de physiologie, je me contenterai de faire remarquer combien les faits observés par nous, chez les Ciliés, leur ressemblent dans leurs traits généraux.

Nous avons vu, en effet, qu'une des premières et plus importantes dégradations de la sénescence, consiste dans l'atrophie d'abord partielle, puis complète, des organes de la sexualité. Les individus affectés de ce premier degré de dégénérescence peuvent encore continuer à vivre et se multiplier ; mais cette vie a quelque chose d'anormal, puisqu'elle est devenue complètement inutile. Eux et

toute leur descendance sont, en effet, voués à une mort inévitable. Ils vivent encore d'une vie individuelle; mais ils sont morts à la vie de l'espèce. L'instinct sexuel n'est pas pour cela entièrement aboli; mais au lieu de contribuer à la régénération et à la conservation de l'espèce, il accélère au contraire la destruction et la disparition de ces générations d'atrophiés. Simultanément et consécutivement à cette atrophie sexuelle, la dégradation sénile attaque les autres parties de l'organisme. Le nucléus, régulateur et dominateur des fonctions végétatives, se désorganise peu à peu. Les échanges nutritifs s'affaiblissant graduellement, les phénomènes d'assimilation perdent peu à peu de leur activité primitive. L'énergie générale de l'organisme diminue; la taille se réduit. Puis, lorsque cette dégradation est arrivée à son maximum d'effet, de nouveaux organes s'atrophient et disparaissent entièrement. La nutrition elle-même devient alors impossible et l'organisme déformé et ratatiné, perdant toute faculté de vivre et de s'entretenir, meurt par dissolution totale de son être. Telle est la marche de la sénescence, amenant la mort naturelle du Cilié.

Les Infusoires ne font donc pas exception à la règle de caducité physiologique, que l'expérience vulgaire considère comme nécessaire et universelle pour tout ce qui vit. Cette règle a cependant été mise en doute pour tous les êtres unicellulaires et plus particulièrement pour les Protozoaires. Weismann, professeur à l'Université de Fribourg, a en effet publié en 1882 un travail[1], dans lequel il nie la caducité physiologique des Infusoires, des Rhizopodes et en général de tous les êtres unicellulaires. Il affirme que par le fait même de leur état unicellulaire, ils échappent à l'action délétère de la sénescence et par suite ne peuvent périr que de mort accidentelle, jamais de mort naturelle. Cette théorie de l'immortalité potentielle des Protozoaires, à laquelle le même auteur rattache une nouvelle théorie de l'origine et de la cause de la mort des êtres pluricellulaires, a produit

[1] *Uber die Dauer des Lebens*, Iéna, 1882; complété dans un second mémoire intitulé : *Uber Leben und Tod*, 1884, publié en réplique à celui de Goette.

un mouvement de controverses scientifiques, auquel ont pris part quelques représentants éminents de la biologie, tels que Goette[1], Bütschli[2], S. Minot[3], Delbœuf[4], Mœbius[5] et Cholodowsky[6]. Examinons rapidement cette théorie.

Commençons d'abord par faire remarquer que cette idée de l'immortalité potentielle des Protozoaires n'est pas aussi nouvelle que semble le croire Weismann. Comme le dit fort bien Bütschli, elle devait se présenter d'elle-même à l'esprit de tout observateur tant soit peu réfléchi, ayant consacré son temps à l'étude de la biologie de ces petits êtres. Nous la trouvons déjà, en effet, formulée presque dans les mêmes termes qu'aujourd'hui chez Ehrenberg. « La propagation des Infusoires, dit ce savant, par divisions fissipares, supprimant toute probabilité de destruction possible de l'individu, leur confère une permanence potentielle et une dissémination dans les mers et l'espace, qui, envisagées poétiquement, ressemblent à l'immortalité douée d'une éternelle jeunesse. Ils se subdivisent à l'infini, en parties nouvelles vivant d'innombrables années d'une jeunesse sans fin[7]. » Dujardin, comme toujours plus exact et s'abandonnant moins à la fantaisie des idées *a priori*, se demande si ce mode de propagation est vraiment illimité, ou bien s'il a un terme reparaissant périodiquement[8]. La solution de cette question lui paraît d'une grande importance, mais fort difficile à obtenir, et la méthode expérimentale serait seule en état de nous la donner.

Voyons maintenant comment Weismann a repris ce problème. Suivant lui, tous les êtres unicellaires, ou Monoplastides, ne subissent

[1] Goette, *Uber der Ursprung des Todes*, 1883.

[2] *Gedanken über Leben und Tod* (*Zoologischer Anzeiger*, t. V, 1882, p. 64).

[3] *La Mort et l'Individualité* (*Bulletin scientifique du département du Nord*, 1884-85, p. 57). Extrait et traduit du journal *Science*, t. IV, 1884, New-York.

[4] *La Matière brute et la Matière vivante*, Paris, Alcan, in-12, 1887.

[5] *Das Sterben der einzelligen und der vielzellige Thiere vergleichend betrachtet* (*Biologisches Centralblatt*, t. IV, 1884, p. 389).

[6] *Tod und Unsterblichkeit in der Thierwelt* (*Zoologischer Anzeiger*, 1882, p. 264).

[7] *Die Infusionsthierchen*, etc., 1838, p. XIII, § 11.

[8] *Infusoires*, 1841, p. 87.

pas de dégradations et d'usures physiologiques analogues à celles qu'éprouvent les organismes supérieurs, ou Polyplastides. Ils sont, dit-il, *trop simples pour cela !* Si par une lésion quelconque un Infusoire subit une petite déperdition de substance, elle se répare complètement d'elle-même ; si au contraire la lésion est trop forte, l'animal meurt. Pour ces Monoplastides, il n'y a pas de milieu entre une *intégrité parfaite* ou une *destruction complète*. Du reste, inutile d'insister sur ces questions, car il est évident *qu'une mort normale, c'est-à-dire résultant de causes internes, n'a pas de raison d'être chez ces organismes inférieurs*. Se multipliant uniquement par bipartitions fissipares, ils jouissent nécessairement d'une immortalité entée sur une jeunesse éternelle. Avec ce mode de propagation, les deux individus issus de chaque division sont absolument équivalents entre eux. Ni l'un ni l'autre ne saurait être considéré comme l'ancêtre, ou comme le descendant. L'identité la plus parfaite de puissance physiologique et d'égalité d'âge existe entre eux. Ils sont donc aussi aptes l'un que l'autre à conserver et propager l'espèce. L'usure physiologique leur étant inconnue, cette aptitude se maintiendra intégrale dans toutes les générations successives issues d'eux, tant qu'elles seront placées dans des conditions normales d'existence, ou qu'un accident n'y viendra pas mettre un terme.

La théorie est, on le voit, fort simple ; trop simple même, dirais-je. Elle se développe avec l'allure des conceptions géométriques et métaphysiques, dont les axiomes et les propositions se succèdent et s'enchaînent, pour ainsi dire, fatalement. Mais il en va bien rarement ainsi des études biologiques et, en leur appliquant ces méthodes géométriques, on s'expose à faire fausse route. C'est ce qui est arrivé à Weismann. Il eût bien mieux fait de recourir à la méthode expérimentale, ou, s'il n'en avait ni le temps ni la volonté, de laisser indécises des questions, dont la solution certaine et définitive ne pouvait pas être acquise par une autre voie.

Le savant professeur de Fribourg échafaude son système sur deux notions, qu'il nous présente sous forme d'axiomes : 1° les Monoplas-

tides ignorent l'usure physiologique ; 2° leur propagation par division fissipare a, pour conséquence, l'équivalence absolue de toutes les générations issues d'un premier progéniteur. De ces deux axiomes, le premier est complètement faux, le second en partie inexact, en partie vrai. Examinons-les de près.

Et, tout d'abord, sur quelle notion acquise, sur quelle observation, quelle expérience Weismann appuie-t-il son premier axiome ? Comment sait-il que les Monoplastides échappent aux processus régressifs de la dégénérescence sénile ? Ils sont trop simples pour cela, nous dit-il, et peuvent réparer les dommages et lésions éprouvés, tant que ces lésions ne sont pas mortelles. Mais cette faculté de réparation est commune à tous les êtres vivants ; dans une mesure fort variable, il est vrai, suivant leur état d'organisation, mais à un degré toujours très éminent. Sans elle, d'ailleurs, je crois que la vie, en général, serait impossible et qu'elle ne résisterait pas aux mille attaques et aux dommages, sans cesse répétés, que lui font subir les agents naturels. Qu'il s'agisse donc de Monoplastides ou de Polyplastides, cette propriété de la matière vivante, de réparer elle-même les pertes subies et les dommages éprouvés au contact du monde extérieur, joue un rôle absolument identique, et travaille sans cesse à la conservation et au maintien du bon état fonctionnel de ces êtres. Mais, lorsqu'il s'agit des processus régressifs de la sénescence, elle devient impuissante, aussi bien chez les uns que chez les autres. C'est en ce dernier point que Weismann me semble avoir fait une confusion capitale. Il n'a pas assez nettement distingué les lésions superficielles, que tous les êtres vivants peuvent éprouver au contact du monde extérieur, des dégradations beaucoup plus intimes et plus profondes causées par la sénescence. Voyant un Protozoaire réparer sans peine et rapidement d'assez fortes pertes de substance, il a affirmé, *à priori*, que cette faculté de réparation devait se maintenir indéfiniment chez ces êtres unicellulaires. Mais rien ne l'autorisait à formuler cette conclusion. Leur simplicité d'organisation n'a absolument rien à faire en cette question. On ne voit pas, en effet, pour-

quoi un être unicellulaire échapperait aux dégradations de l'usure physiologique plutôt que les Polyplastides. Le travail et le jeu des fonctions doivent faire subir à son organisme des déchets et des déficits, analogues à ceux qui constituent la dégénérescence sénile chez ces derniers. Ces déchets et ces déficits se transmettent nécessairement en s'accumulant de génération fissipare en génération fissipare. S'il n'en était pas ainsi, ce n'est pas par le raisonnement qu'il fallait le démontrer, mais bien par l'observation et l'expérience. C'est ce que Weismann n'a pas fait. Sa théorie de l'immortalité des Monoplastides n'est donc qu'une hypothèse *à priori*, sans base solide ni scientifique. En ce qui regarde les Infusoires, mes cultures ont démontré expérimentalement que ces Protozoaires n'échappaient pas à la loi générale de sénescence. Ils s'usent et vieillissent par le jeu et l'exercice même de leurs fonctions, autrement dit par une nécessité inhérente à leur structure et à leur constitution intimes. Nous est-il permis d'affirmer que cette loi de sénescence est absolue et universelle dans le monde vivant? C'est un point fort obscur de la biologie générale, sur lequel nous essayerons, plus loin, de jeter un peu de lumière.

Mais, auparavant, il nous faut procéder à l'examen de la seconde proposition de Weismann, à savoir qu'il y a équivalence physiologique parfaite entre tous les rejetons fissipares issus d'un même progéniteur. Que cette équivalence existe entre les deux moitiés résultant d'une unique bipartition, la preuve de ce fait ressort évidemment de toutes mes cultures, et elle avait d'ailleurs déjà été fournie aussi nettement par les observations de Gruber sur la division des Rhizopodes monothalamiens[1]. Mais que cette équivalence se perpétue et se maintienne, sans modification, de générations en générations, que, par exemple, un rejeton après 50 ou 100 bipartitions soit encore physiologiquement égal au progéniteur primitif ; c'est là une conclusion contre laquelle je m'inscris en faux. S'il existe

[1] *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, t. XXXVI, 1881, p. 104.

réellement des Monoplastides chez lesquels cette équivalence se conserve ainsi indéfiniment, nous n'en savons rien. Avant de l'affirmer, Weismann eût dû en fournir la preuve expérimentale. Il ne l'a pas fait. Son affirmation repose donc sur une simple hypothèse *à priori*, qui n'a pas plus de valeur scientifique que la précédente. Elle est d'ailleurs expérimentalement contredite par mes cultures d'Infusoires, pendant lesquelles nous avons vu le pouvoir fonctionnel et la valeur physiologique de ces Protozoaires se modifier en se dégradant de générations en générations. Cette seconde base de la prétendue immortalité des Infusoires n'est donc pas plus solide que la précédente.

Minot a reproché, avec beaucoup de raison, à Weismann d'avoir confondu les différents genres de mort, les divers ordres d'individualités et les différentes formes de reproduction. Un individu Protozoaire, un individu Polype et un individu Insecte, ne sont pas homologues, et leurs corps ne peuvent se comparer. Il en résulte que la mort d'un être unicellulaire est absolument différente de celle d'un individu pluricellulaire. La vie se présente chez les organismes supérieurs comme un ensemble de cycles de cellules : *chaque cycle est constitué par toutes les cellules dérivant d'un œuf fécondé*. Tous les cycles sont homologues ; mais toutes les individualités ne sont pas toujours homologues, car une individualité peut être un cycle complet ou une fraction de cycle. Tout cela est excellemment dit et me paraît inattaquable. Si ces distinctions sur l'individualité, déjà émises et développées par Huxley[1] dès 1852, avaient été présentes à l'esprit de Weismann, il eût compris de suite toute l'inanité de sa théorie de l'immortalité des Protozaires, ou du moins il en eût immanquablement saisi toutes les difficultés et eût hésité à la mettre au jour[2].

[1] *Edinb. new phil. Journ.*, LIII, 172-177 ; *Ann. Mag. nat. hist.*, 1852.

[2] Dans un dernier travail publié en 1885 (*Biologisches Centralblatt*, t. IV, p. 650 et 677), en vue de répondre aux objections de Möbius, Weismann reprend de nouveau la question à fond, mais sans apporter aucun argument nouveau essentiel. Ce sont toujours les mêmes pétitions de principes et, quoi qu'il en dise, les mêmes confusions relevées par Minot. Cela m'entraînerait trop loin, s'il me fallait discuter

Elle ne pouvait, en effet, être affirmée logiquement, qu'en l'appuyant sur la démonstration expérimentale qu'il existe des Monoplastides, dont la vie n'est pas renfermée dans des cycles, ou, s'il y a cycles, que ceux-ci ne sont pas limités et fermés naturellement. Autrement dit, il eût fallu démontrer que certains êtres unicellulaires peuvent vivre et se reproduire indéfiniment par voie agame. Bien qu'à l'heure actuelle, il existe beaucoup d'êtres vivants chez lesquels nous ne connaissions encore aucun phénomène se rattachant de plus ou moins loin à un acte de fécondation sexuelle, il serait, à mon avis, bien audacieux d'affirmer qu'on ne trouvera jamais chez ces êtres un équivalent quelconque d'un œuf fécondé. Nos connaissances sur la sexualité sont encore bien rudimentaires, et c'est à peine si nous commençons à entrevoir quels en sont les phénomènes essentiels. Rien encore ne nous prouve que la forme, sous laquelle les dernières recherches nous l'ont fait connaître, soit unique et qu'elle ne puisse pas en revêtir d'autres plus simples qui, jusqu'ici, ont échappé aux observateurs.

D'un autre côté, je considère comme tout aussi risqué d'affirmer, à l'instar de Minot, que tous les organismes se développent en cycles et seulement en cycles, et par conséquent commencent leur existence par un œuf fécondé, ou par son équivalent. Le raisonnement seul ne suffit pas pour donner une base scientifique à des conclusions d'une si haute portée. Toutes les considérations sur la concordance et l'identité des phénomènes sexuels dans les deux règnes organiques y sont complètement impuissantes. L'expérience et l'observation seules pourraient donner la solution de ce problème. Actuellement elles ne nous disent rien, ou plutôt elles semblent nous fournir des arguments en faveur de l'opinion contraire.

une à une toutes les assertions hasardées, les comparaisons inexactes et les digressions dont se compose en grande partie la trame de la dialectique subtile du savant et ingénieux professeur. Il n'est d'ailleurs pas toujours suffisamment bien orienté (p. 664) dans la connaissance des phénomènes biologiques des Ciliés. Weismann devra donc avouer que la question n'était pas aussi simple, ni surtout aussi mûre pour la spéculation scientifique, qu'il le croyait.

Il est, en effet, un très grand nombre d'êtres vivants chez lesquels, comme je le disais plus haut, on n'a encore trouvé aucune trace de phénomènes sexuels, et qui n'en continuent pas moins à vivre et se multiplier énergiquement. Il pourrait donc bien se faire que la sexualité ne fût pas un attribut nécessaire de la vie. En outre, il semblerait même que certains êtres, tout en possédant la sexualité, aient conservé la faculté de se reproduire indéfiniment par voie agame. Ainsi la Vigne, le Houblon, le Peuplier d'Italie, le Saule pleureur, le *Musa sapientium*, la Canne à sucre, le *Colocasia antiquorum*, l'*Opuntia ficus indica* sont cultivés et multipliés de temps immémorial par voie agame, sans que ces végétaux paraissent en souffrir. Ces exemples sont empruntés uniquement au règne végétal; mais qui oserait dire actuellement que des phénomènes analogues n'existent pas dans les groupes inférieurs du règne animal, où la multiplication par bourgeonnement joue un rôle presque aussi important que chez les végétaux? Mes cultures ont démontré expérimentalement la nécessité du retour cyclique d'un acte sexuel chez les Ciliés; mais je me garderais bien d'étendre cette conclusion à tous les autres Protozoaires. Nos connaissances actuelles sont donc bien insuffisantes pour résoudre ces grands problèmes, et le plus sage à mon avis est, pour le moment, de les laisser indécis et de dire avec Sachs [1], le maître de la physiologie végétale, que nous n'avons aucune raison d'affirmer que tous les organismes se comportent de la même façon au sujet de la nécessité d'une fécondation sexuelle.

La démonstration expérimentale de l'existence d'une mortalité naturelle par sénescence chez les Protozoaires, telle qu'elle résulte de mes cultures d'Infusoires [2], me semble renverser irrémédiable-

[1] *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*, 1882, p. 979.

[2] Dans tout ce qui précède, je n'ai tenu aucun compte de l'opinion des auteurs qui, comme Goette et Mœbius, voient un acte équivalent à la mort naturelle, dans les phénomènes d'enkystement et de division fissipare. Ces thèses erronées ont été trop bien réfutées par Weismann et Delbœuf, pour que j'aie cru devoir y revenir. Je suis complètement de l'avis du premier de ces savants : la mort implique nécessai-

ment la théorie générale de la mort formulée par Weismann. Suivant son opinion, la mort n'est pas inhérente à la matière vivante, elle ne procède pas de nécessités absolues, fondées sur l'existence même de la vie. Cette première proposition s'appuie uniquement sur la prétendue immortalité des êtres unicellulaires. Puisqu'il existe des êtres, dit Weismann, qui ne peuvent mourir autrement que par accident, puisque par l'essence même de leur organisation ces êtres sont doués d'une éternelle jeunesse, capable de se renouveler et s'entretenir indéfiniment, puisque chez eux la dégradation et l'usure physiologique n'ont aucune action, nous avons le droit d'affirmer que la vie et la mort ne sont pas deux termes nécessairement corrélatifs l'un de l'autre. Malheureusement tout ce que nous avons dit dans les pages précédentes de cette immortalité potentielle des Monoplastides ôte toute base à cette argumentation, et par conséquent fait écrouler la proposition fondamentale de la théorie du savant professeur.

Cet argument principal écarté, je pourrais m'en tenir là. Mais il est encore une seconde assertion de la théorie, dont l'examen et l'analyse critique rentrent dans le cadre de ce travail et appellent notre attention. La mort, suivant Weismann, n'étant pas inhérente à la vie, doit être considérée comme un acte biologique d'origine secondaire. Elle est apparue dans le monde avec les Métazoaires à cellules différenciées. Son apparition est due non pas à des causes primordiales et internes, dérivant de l'essence même de ces organismes ; elle résulte simplement de causes occasionnelles, basées sur des raisons de convenance et d'utilité. Ces êtres meurent, non parce que leur organisme renferme dans sa structure le germe nécessaire et fatal de la mort, mais parce que, à la suite de leur adaptation aux conditions extérieures générales de l'existence, il est

rement un cadavre. Dans l'enkystement et la division fissipare, il n'y a pas de cadavre, donc il n'y a pas de mort. La cessation d'individualité, qui accompagne la division, est un phénomène qui n'a rien de commun avec l'arrêt physiologique causé par la mort naturelle.

devenu de l'intérêt de l'espèce, qu'ils ne vivent pas éternellement, et que les vieux cèdent la place aux jeunes. Autrement dit, la mort est le résultat d'une sélection et non pas d'une nécessité organique.

Que la grande et même l'immense majorité des êtres vivants ne meurent pas de mort naturelle, après avoir épuisé jusqu'au bout la faculté de vivre inhérente à chacun d'eux, c'est là une de ces vérités banales d'évidence immédiate. Il suffit de rappeler les myriades de germes et d'embryons qui périssent tous les jours, sans avoir pu franchir même la première étape de leur évolution. Parmi ceux plus fortunés, qui entrent dans la voie de leur développement, combien encore succombent en route, restant plus ou moins loin en deçà du terme normal, suivant les hasards et les chances de leur existence. Les accidents, les maladies, la concurrence vitale, la lutte contre les agents physiques, certaines adaptations biologiques, comme la reproduction entraînant chez les insectes la mort fatale et immédiate du reproducteur ; toutes ces causes si diverses de destruction constituent bien certainement les facteurs les plus souvent actifs dans l'extinction des êtres vivants. Mais il n'est pas moins constant, qu'à côté de ces morts accidentelles, violentes, morbides et d'adaptation biologique, il peut et doit en exister une autre, dont les causes sont internes à l'organisme lui-même. L'organisme, dans sa nature essentielle, n'est qu'un mécanisme. Or, tous les mécanismes se détériorent et s'usent par le jeu même de leurs fonctions.

Les mécanismes organiques n'échappent pas à cette loi d'usure et de dégradation, du moins l'expérience actuelle ne nous en a pas encore fait connaître un seul. Les êtres vivants s'usent donc et vieillissent, et ils périssent parce qu'ils vieillissent. La convenance et la sélection n'ont rien à voir dans cette loi organique fondamentale. Elle a son origine dans d'autres lois d'une généralité bien supérieure et très probablement dans l'instabilité universelle de la matière. Mais nous n'essayerons pas de la suivre plus loin

sur ce terrain confinant à la métaphysique. Il nous suffit, pour nos études biologiques, d'avoir bien établi sa réalité.

En résumé, la sénescence paraît être un phénomène assez général, tout au moins dans le règne animal. Entraînant à sa suite tout un cortège d'usures et de dégradations organiques, elle mine incessamment par un travail sourd et sans repos l'existence des animaux et les conduit au terme inévitable de ses processus, la mort naturelle. Elle est inhérente à l'organisme et relève de causes internes, qui agissent indépendamment des conditions extérieures de milieu. Chez les Infusoires ciliés, où nous la connaissons maintenant avec précision, elle affaiblit peu à peu la vitalité des rejetons d'origine agame et finit par les rendre inaptes à s'entretenir et à se reproduire. Son action délétère est compensée et annulée par le rajeunissement sexuel ou conjugaison, dont nous ferons connaître les phénomènes et les processus complets dans notre prochain travail.

Existe-t-il, dans les extrêmes bas-fonds du monde vivant et même jusqu'à un degré assez élevé de la série végétale, des êtres qui échappent à son œuvre de destruction? Si nous nous laissions aller à l'entraînement des systèmes *à priori*, nous répondrions non. Mais la biologie est une science encore trop peu avancée pour user avec sûreté de ces méthodes de raisonnement. On ne doit y employer les déductions métaphysiques qu'avec une extrême réserve. Dans le cas actuel, en face des analogies logiques qui auraient pu nous entraîner à formuler une réponse négative, nous trouvons de nombreux faits douteux, sur lesquels la prudence nous engage à réserver notre jugement. Laissons donc à l'avenir le soin de recourir aux méthodes expérimentales et d'observation, pour donner une solution complète et définitive à ces problèmes.

Mes cultures expérimentales démontrent que la sénescence, chez les Ciliés, se manifeste par une dégradation générale de l'organisme, qui s'affaiblit et s'use peu à peu dans toutes ses parties. Parmi celles-ci, il en est, comme les organes de la sexualité, qui s'atro-

phient beaucoup plus vite que les autres. Nous avons vu, en effet, le micronucléus se détériorer et disparaître de très bonne heure chez la *Stylonichia pustulata* et l'*Onychodromus grandis*. Les autres éléments principaux, le nucléus et le cytoplasme, survivent et se maintiennent encore longtemps après, continuant d'exercer leurs fonctions. Mais l'énergie de ces fonctions diminue de jour en jour ou, plus exactement, de génération en génération. Il semble que les mécanismes organiques se détériorent dans leurs éléments constitutifs, se rouillent pour ainsi dire et ne rendent plus qu'avec peine une partie fort réduite du travail physiologique auquel ils président. Il en résulte la diminution de taille et d'activité générale, que nous avons constatée dans toutes nos expériences. Ces êtres dégénérés et affaiblis deviennent beaucoup plus délicats et, comme je l'ai déjà dit, ne survivent et se maintiennent que grâce à leur isolement et aux conditions exceptionnelles de bonne alimentation dans lesquelles ils se trouvent ainsi placés. La faculté de multiplication ne suit pas une marche descendante parallèle et aussi rapide. Elle se conserve à peu près intacte, lorsque depuis longtemps déjà les autres fonctions et l'organisme entier se montrent fortement atteintes par les dégradations séniles. Nous avons vu, en effet, à des époques déjà fort avancées de nos cultures, les Infusoires, bien qu'affaiblis et très réduits de taille, continuer à se bipartitionner presque avec la même rapidité qu'au début. Nous avons même vu la *Stylonichia pustulata*, arrivée au dernier degré de la dégénérescence, mutilée et privée d'organes essentiels à son existence, réduite à l'impossibilité de prendre aucune nourriture et par conséquent de s'accroître, n'en pas moins continuer à se diviser et couronner ainsi la série des dégradations séniles, par la production d'avortons informes et monstrueux.

Ces observations, s'il est permis de les généraliser, me font croire que Minot s'est trompé, en affirmant que la sénescence avait pour effet immédiat et principal d'affaiblir le pouvoir de multiplication des éléments histologiques. D'après lui, cette faculté décroît graduel-

lement et constamment depuis la naissance jusqu'à la mort. Dans l'ensemble de cellules qui constituent un cycle ou, autrement dit, un organisme multicellulaire, le pouvoir maximum de multiplication des éléments est placé uniquement tout au début. A partir de ce moment, il diminue sans cesse, et l'intervalle entre deux divisions successives croît de plus en plus. Ce ralentissement constitue la sénescence. Celle-ci commence donc avec la vie, et, lorsque son effet ralentissant dépasse un certain degré, elle détermine la mort, laquelle n'est, par suite, que le résultat de la perte ou de l'affaiblissement du pouvoir de multiplication des cellules. Cette manière de concevoir le mécanisme intime de la sénescence et de la mort ne me semble pas exacte.

Aucun fait d'expérience et d'observation ne nous permet d'affirmer que, chez les adultes et les vieillards, les éléments constitutifs des tissus ne se renouvellent pas et ne se multiplient pas aussi rapidement que chez les enfants. Je crois même qu'on pourrait citer des faits positifs contraires; par exemple, que la desquamation des épithéliums ne se ralentit pas avec l'âge et que, par conséquent, le renouvellement cellulaire des couches superficielles par les couches profondes y conserve la même activité pendant toute la durée de la vie. Si nos connaissances sur le renouvellement cellulaire dans les tissus étaient plus avancées, il ne serait bien certainement pas difficile de citer d'autres faits à l'appui de cette manière de voir.

Je crois donc que l'action délétère de la sénescence sur les cellules consiste bien plutôt dans l'affaiblissement général de leurs propriétés et fonctions spéciales. Leurs structures doivent s'altérer avec l'âge, et les mécanismes jouer avec une perfection de moins en moins précise. Le travail physiologique, rendu par ces éléments en voie de dégradation, diminue graduellement de qualité et de quantité. Ces déperditions fonctionnelles constituent l'essence même de la sénescence, et, lorsqu'elles dépassent une certaine limite, elles entraînent la mort de l'organisme, miné sourdement et affaibli dans toutes ses parties intimes. Nous n'avons aucune raison de penser que ce déclin

commence avec l'aurore même de la vie, et que les processus séniles comprennent toutes les périodes des cycles cellulaires. Je crois bien plutôt que, pendant les premières périodes d'un cycle, la sénescence n'a encore aucune action pernicieuse sur les éléments cellulaires. Les mécanismes possèdent encore toute leur perfection, et le jeu des fonctions s'exécute sans déperdition. Le pouvoir d'assimilation prévaut sur les phénomènes de désassimilation. L'organisme se nourrit et s'entretient sans peine dans un bon équilibre fonctionnel. Ce n'est que plus tard, lorsque l'usure a commencé à se faire sentir aux mécanismes organiques, que cet équilibre s'altère peu à peu. C'est alors seulement que débute la vraie sénescence, et qu'elle ne tarde pas à se manifester avec tout son cortège de dégradations et d'altérations.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE IX.

Fig. 1-7. Dégénérescence sénile de la *Stylonichia pustulata*. Gross., 420.

1. Premier degré de la dégénérescence. L'organisation générale a encore peu souffert; la taille seule s'est un peu réduite et est descendue à 140 μ. Le micronucléus est complètement atrophié. Le corps est bourré de proies capturées et en voie de digestion.

2, 3. Individus arrivés au second degré de dégénérescence. Les membranelles frontales ont disparu. La taille s'est encore réduite. Ces animaux ne mangeant plus, le corps est transparent et vide d'aliments. Le nucléus se déforme et se fragmente.

4, 5, 6. Individus au second degré de dégénérescence, continuant à se fissiparer (5), ou sortant de division fissipare (4, 6).

7. Un avorton au dernier degré de dégénérescence et peu de temps avant la dissolution finale.

8-16. Dégénérescence sénile de la *Stylonichia mytilus*. Gross., 420, à l'exception de 12, gross., 1800, et 15, 16, gross., 900.

8, 9, 10. Derniers stades de la dégénérescence. Le corps est déformé et ratatiné. Ces individus ne prennent plus de nourriture. Le nucléus est devenu simple et à contours irréguliers. Le micronucléus s'est multiplié avec exagération.

11, 13, 14. Dégénérescences moins avancées. Ces individus prennent encore de la nourriture et peuvent se diviser.

12. Micronucléus en voie de division par karyomitose.

15, 16. Nucléus en voie de désorganisation avec leurs micronucléus bien conservés.

PLANCHE X.

Fig. 1. *Stylonichia mytilus* (gross., 420) en voie de dégénérescence sénile, dont le nucléus a complètement disparu par atrophie. Il reste encore deux beaux micronucléus. Le corps est plein de proies capturées en voie de digestion.

2-9. *Onychodromus grandis*. Gross., 440, excepté 9 gross., 1800.

2. Un individu de grande taille nourri avec des proies volumineuses.

3. Un individu de taille réduite nourri avec de petites proies.

4. Kyste du précédent.

5. Premier degré de la dégénérescence sénile. L'organisation extérieure est encore intacte; la taille s'est réduite. Le micronucléus a disparu par atrophie. Le corps plein de proies indique qu'à cet état ces individus continuent à se nourrir et se multiplier.

6, 7, 8. Second degré de la dégénérescence. Les membranelles buccales ont disparu. Ces individus sont transparents et ne prennent plus de nourriture. Ils finissent bientôt par se dissoudre.

9. Granules de zooamylum toujours en très grand nombre dans le corps de cet Infusoire.

10-11. Nucléus et micronucléus du *Paramecium caudatum*. Gross., 440.

12. Nucléus et micronucléus du *Paramecium aurelia*. Gross., 440.

PLANCHE XI.

Fig. 1-10. *Onytricha* indéterminée. Gross., 440, sauf 10 gross., 900. Ces figures ayant surtout pour but de montrer la dégénérescence de l'appareil nucléaire, on a omis les détails et le remplissage du corps.

1. Forme normale.

2. Kyste.

3-9. Dégénérescence sénile, marquée surtout par la désorganisation du nucléus et la prolifération du micronucléus.

10. Un nucléus à un état très avancé de désorganisation; ses deux micronucléus sont bien constitués.

PLANCHE XII.

Fig. 1-8. *Leucophrys patula*. Gross., 420.

1. Face ventrale avec la bouche armée de ses deux grandes lèvres vibratiles.

2. Face dorsale; *vc*, gouttelettes primitives de la vacuole contractile en voie de formation; *a*, fèces sortant de l'anus; *p*, un *Colpidium truncatum* Stokes, qui vient d'être capturé et s'agite encore dans la vacuole digestive.

3. Formation par division transversale de rejetons nains métamorphosés.

4. Un de ces petits rejetons à l'état mobile.

5. Un autre à l'état immobile.

6, 7, 8. Phases de retour à la forme normale de ces petits rejetons.

Fig. 9-13. *Spathidium spathula*. Gross., 420.

9. Forme normale et typique.

10-13. Phases de l'enkystement.

14-15. *Stentor cœruleus*. Gross., 85.

14. Un individu atrophié par inanition.

15. Le même, bien nourri, et deux jours plus tard.

16. *Paramecium bursaria* (gross., 220) pour faire voir l'ampleur et l'étendue d'action de son tourbillon alimentaire. Toutes les particules alibiles (zoospores, flagellés, schizomycètes) qui viennent tomber dans la zone pointillée, sont entraînées dans le sens des flèches vers la bouche. Celles qui n'y pénètrent pas sont rejetées en arrière et reprises de nouveau par le courant, qui forme un cercle indiscontinu. Le mouvement d'entraînement du courant est d'autant plus énergique et rapide qu'il se rapproche plus de la bouche en avant.

ÉTUDE D'UN EMBRYON HUMAIN

DE 10 MILLIMÈTRES

PAR

C. PHISALIX,
Docteur ès sciences et en médecine,
Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

Malgré le remarquable travail de His [1], l'embryologie humaine présente encore beaucoup de problèmes à résoudre, surtout dans les premiers stades du développement. La rareté des embryons de cet âge reculera encore pendant longtemps la connaissance exacte de ces premières phases. Cependant, si les embryons plus avancés sont mieux connus, il n'en reste pas moins encore bien des points à élucider; et, comme l'a dit avec juste raison M. le professeur H. Fol [2], on ne saurait trop souhaiter de voir se multiplier les descriptions anatomiques d'embryons humains.

Ayant eu l'heureuse fortune de posséder un embryon de 10 millimètres en bon état de conservation, nous avons entrepris son étude complète, d'autant plus qu'un seul embryon de cette dimension a été décrit par His; mais l'étude qu'il en a faite est incomplète et se réduit à la description de quelques organes.

L'embryon qui fait l'objet du présent travail a été recueilli par les soins du docteur Bouton, qui nous l'a remis peu de temps après encore entouré de ses enveloppes. Les villosités du chorion sont

[1] *Hist. Anatomie menschlicher embryonen*, Leipzig, 1880.

[2] H. Fol. *Description d'un embryon humain de 5 millimètres et 6 dixièmes* (*Recueil zoologique suisse*, t. I).

moins abondantes sur la face correspondant au côté droit de l'embryon.

L'œuf fut ouvert du côté droit de l'embryon. La cavité amniotique était remplie d'un liquide floconneux, comme c'est habituellement le cas après l'action de l'alcool. Mais l'embryon lui-même était absolument intact et ne présentait aucune particularité anormale.

La vésicule ombilicale et la fosse rhomboïdale sont tendues et gonflées et n'ont pas subi de ratatinement par l'alcool. L'embryon est couché sur le côté gauche. Le cordon ombilical, dégagé de la paroi abdominale, est constitué par un cordon cylindrique décrivant une légère courbe à concavité supérieure, et venant s'insérer sur le chorion après avoir contourné l'extrémité caudale de l'embryon.

La vésicule ombilicale, ovoïde, se sépare du cordon à son origine et sa grosse extrémité se dirige en bas et à droite. Elle est parfaitement distendue et présente dans son plus grand diamètre une longueur de 6 millimètres et demi. Une fois le cordon ombilical sectionné à sa base, l'embryon peut être isolé et examiné sous toutes ses faces. Il est complètement recourbé sur lui-même, de telle sorte que l'extrémité céphalique repose sur le cœur et n'est séparée de l'extrémité caudale que de quelques millimètres (pl. I, fig. 2). Indépendamment de cette courbure caractéristique, notre embryon présente une torsion latérale telle que la tête, inclinée vers la gauche, chevauche sur le cœur, qui fait une saillie considérable du côté droit. Cette inflexion, qui se traduit sur les coupes par une courbure à convexité droite et par la déviation du cœur vers la droite, est inverse de celle qui a été observée dans l'embryon de $5^{mm},6$ décrit par M. H. Fol. Est-ce là un fait accidentel et anormal? Nous ne le croyons pas, car nous n'avons trouvé dans la conformation extérieure et intérieure de cet embryon aucun caractère qui pût le faire considérer comme pathologique. Cependant, si l'on examine comparativement certains organes, comme les fentes branchiales et les arcs correspondants, les vésicules cérébrales, et même les vertèbres, on reconnaît que le

côté gauche est un peu plus développé que le droit et qu'il y a un léger degré d'asymétrie dans le développement. C'est là, sans doute, la cause de l'inflexion latérale. Nous reviendrons sur ce fait au moment de la description des organes en particulier.

Dans son plus grand diamètre, c'est-à-dire du sommet de la courbure céphalique à la courbure caudale, au niveau du membre inférieur, notre embryon mesure exactement 10 millimètres.

La longueur de la courbure dorsale, prise de l'extrémité céphalique, immédiatement en avant de la fossette olfactive jusqu'à l'extrémité de la queue, mesure $3^{mm},2$.

Dans la concavité de la courbure (pl. XIII, fig. 1 et 2), on voit trois petits mamelons faire une saillie prononcée, surtout à droite : le ventricule et l'oreillette en avant et en haut, le foie en arrière et en bas. Du côté gauche, le ventricule est en partie masqué par le lobe gauche du foie (comparer fig. 38 et 41).

Parallèlement à la courbure dorsale existe une légère dépression qui s'étend depuis le cou jusqu'à la racine de la queue. Cette gouttière est divisée par des lignes transversales de démarcations des myomères. Il est facile d'en compter vingt-cinq; mais ce nombre est, en réalité, beaucoup plus élevé, comme nous le verrons plus bas.

N'ayant aucun renseignement sur l'âge exact de cet embryon, je l'évalue, d'après les tables de His, à trente-deux jours environ.

Pour étudier notre embryon, nous l'avons coloré en entier au carmin de Grenacher, et, après l'avoir inclus dans le paraffine, nous l'avons débité en coupes minces à l'aide du microtome de Yung, et nous avons ainsi obtenu 690 coupes en série sans aucune interruption. Afin de diminuer leur nombre, nous les avons faites parallèlement à la direction du plus grand axe à partir de la région dorsale. Cette méthode de coupes frontales qu'a employée M. Fol me semble bien préférable à celle de His, qui sectionnait ses embryons en parties séparées, dont il faisait des coupes transversales. Je l'ai adoptée de préférence, tant à cause de sa supériorité que

pour rendre comparables les figures en leur donnant la même forme que celle choisie par M. Fol dans sa belle et très importante monographie. Les coupes ont été collées sur le porte-objet au moyen de la glycérine gélatinée et montées dans la glycérine. La glycérine gélatinée est fondue au bain-marie, puis étendue en couche-mince sur la lame. Après le refroidissement, on étale les coupes qui adhèrent immédiatement. On chauffe pour fondre la paraffine et pour augmenter encore l'adhésion des coupes. La paraffine ayant été enlevée par l'essence de térébenthine, on plonge la lame de verre successivement dans l'alcool absolu, dans l'alcool à 90 degrés, dans l'alcool à 70 degrés, et on monte dans la glycérine. Ce mode de préparation a de grands avantages sur le montage dans le baume de Canada. Pour le réaliser, on a eu recours à plusieurs procédés de fixation des coupes, permettant, après dissolution de la paraffine, de les laver dans l'alcool absolu. Si l'on en excepte la méthode ingénieuse qu'a employée M. Delage dans l'étude de la sacculine, les autres moyens de fixation ont le désavantage de diminuer la transparence, et par suite, la netteté de la préparation. Désirant me mettre en garde contre un accident qui aurait pu bouleverser complètement la disposition des coupes, j'ai imaginé le procédé à la gélatine glycérinée, qui m'a donné des résultats irréprochables au point de vue de la solidité et de la transparence des préparations.

Pour obtenir une vue d'ensemble des différents systèmes anatomiques, j'ai dessiné les coupes à la chambre claire au grossissement de 9 diamètres, déjà choisi pour la représentation de l'embryon entier, et j'ai obtenu les lignes de contour des organes sur les vues de profil de l'embryon par la méthode employée par H. Fol. Seulement, au lieu de lames de verre, je me suis servi du papier glacé des graveurs, divisé par des lignes parallèles distantes de 1 millimètre et numérotées. Un décalque de l'embryon est ensuite appliqué sur une feuille de papier également divisée en lignes parallèles, de telle façon que ces lignes soient orientées dans le sens des coupes. Ces lignes sont numérotées à partir du côté dorsal où se trouve le 0. En

divisant le numéro d'ordre de chaque coupe par le nombre de coupes contenu dans 1 millimètre, on obtient ainsi le numéro de la ligne de section correspondant à la coupe examinée, et on le note une fois pour toutes à côté du numéro d'ordre de la coupe. En combinant ces différents moyens, j'ai pu arriver à gagner un peu de temps dans l'exécution de ce travail, qui est nécessairement fort long.

N'ayant pas d'appareil photographique à ma disposition, j'ai dû dessiner, sinon toutes les coupes, ce qui eût été un travail superflu, au moins une toutes les cinq ou six coupes. Cela est suffisant si l'on considère que ces coupes ont 8 μ d'épaisseur. Du reste, j'ai eu recours, au besoin, aux préparations elles-mêmes pour élucider les questions délicates. La partie matérielle de ce travail est fastidieuse; mais elle est d'une utilité incontestable; eu égard à la rareté des embryons humains, c'est le seul moyen d'arriver à une description exacte. Nous nous estimons suffisamment récompensé par les résultats auxquels nous sommes arrivé, résultats dont nous ferons ressortir les particularités nouvelles au moment de la description de chaque système.

Nous allons aborder immédiatement ce sujet, en commençant par le système nerveux.

SYSTÈME NERVEUX.

Commençons par l'étude des vésicules cérébrales. Elles méritent à juste titre ce nom, car leur paroi est fort mince comparativement à leur cavité.

Ces cavités se dessinent à l'extérieur sous forme de saillies bien reconnaissables. La voûte membraniforme du quatrième ventricule indique exactement les limites de la cavité (fig. 2). A l'extrémité céphalique de l'espace losangique qu'elle occupe existe une légère élévation correspondant au cervelet; vient ensuite une légère dépression du contour dorsal et comme un étranglement transversal;

c'est la vésicule moyenne, dont la cavité, déjà rétrécie, devient plus tard l'aqueduc de Sylvius (*me*, fig. 2). Enfin, en avant de celle-ci, la vésicule antérieure apparaît au-dessus de l'œil. Au lieu d'être située dans le prolongement des autres, elle s'est tellement infléchie du côté ventral qu'elle leur devient parallèle. En outre, une légère dépression marque la ligne de séparation des hémisphères. Décrivons séparément chacune d'elles, en commençant par la vésicule postérieure. C'est la plus vaste de toutes les vésicules cérébrales et celle dont les parois sont relativement les plus épaisses. C'est elle aussi qui donne naissance à presque tous les nerfs crâniens. La limite antérieure est déterminée par le point d'origine du cervelet. En arrière, elle se continue sans démarcation bien précise avec le canal médullaire, par diminution progressive de son calibre. Cependant, on peut considérer comme sa limite postérieure le point où commence la flexion céphalique et qui correspond à peu près au premier ganglion cervical. A ce niveau existent, en effet, dans la paroi du canal médullaire, des productions nouvelles qui indiquent une modification dans la disposition du tube nerveux. Ce sont des bourgeonnements de l'épithélium médullaire qui s'avancent comme des replis longitudinaux dans la cavité du bulbe, qu'ils divisent ainsi en compartiments distincts et dont ils changent la forme régulière. Déjà, dans l'embryon de $5^{mm},6$, M. Fol a signalé, à l'extrémité postérieure du bulbe de chaque côté du canal, un sillon qui se bifurque, limité par des saillies de l'épithélium.

Dans notre embryon, le canal est partagé vers le tiers de la hauteur par deux énormes bourrelets latéraux qui s'avancent l'un vers l'autre et qui partagent la cavité en une portion ventrale plus grande et une portion dorsale communiquant par une fente étroite (fig. 4 et 41). En avant et en arrière il existe d'autres replis moins réguliers et asymétriques, ceux de gauche étant plus développés que ceux de droite.

Un peu avant d'arriver au ganglion du pneumogastrique, le canal redevient tout à fait régulier. Il présente une section ovalaire, et ses

parois épaissies, surtout du côté ventral, vont en s'amincissant vers la région dorsale où elles sont unies par une voûte membraniforme étroite. Au niveau de l'otocyste, ses dimensions augmentent rapidement tant en hauteur qu'en largeur; ses parois latérales épaisses s'inclinent en dehors et entraînent la voûte membraneuse dont la largeur atteint des proportions au moins quadruples. C'est au point d'origine du ganglion du trijumeau que la cavité bulbaire est à son maximum de dilatation.

Le contour extérieur de la fosse rhomboïdale traduit d'une façon sensible à l'œil ce que les coupes successives démontrent : la voûte losangique du quatrième ventricule est limitée sur ses bords par un bourrelet saillant qui n'est autre que l'extrémité dorsale brusquement arrêtée des parois latérales du bulbe.

Cervelet. — Au niveau de l'extrémité antérieure du ganglion du trijumeau, les parois dorso-latérales du bulbe en voie d'accroissement sont venues s'accoler sur la ligne médiane. La voûte membraneuse n'a cependant pas disparu, entraînée par les bords épais des parois épithéliales en voie de prolifération, elle s'est repliée sur elle-même de façon à constituer une poche aplatie dont la cavité communique par une ouverture très étroite avec la cavité bulbaire.

Bientôt, par suite d'un accroissement continu, ces parois dorso-latérales, d'abord simplement accolées, se replient dans l'intérieur du quatrième ventricule, où elles viennent former deux disques aplatis, intimement accolés, mais cependant laissant encore une fente étroite pénétrer dans la poche ci-dessus décrite et qu'on pourrait appeler l'arrière-cavité du quatrième ventricule. Ces disques nerveux (fig. 28 et 41, *cer*) à doubles parois cellulaires séparées par de la substance blanche, ne tardent pas, de verticaux qu'ils étaient, à se recourber en dehors pour s'accoler à la paroi externe. Il se forme ainsi deux diverticulums dorso-latéraux dirigés en haut et communiquant en bas avec la cavité du bulbe (fig. 28 et 41). Leur lumière, de forme triangulaire, diminue de plus en plus par épaississement des parois

et disparaît à l'extrémité antérieure qui se sépare du reste de la paroi et devient libre.

Du côté droit, il est vrai, les deux parois opposées ne se sont pas encore soudées, et le canal reste ouvert dans toute son étendue. La paroi dorsale toutefois est déjà très épaisse, et le processus de formation est simplement en retard par rapport au côté gauche.

Vésicule moyenne. — La cavité bulbaire, déjà très rétrécie au niveau du cervelet, diminue encore au-dessus de lui et devient alors la cavité de la vésicule moyenne qui, par son étroitesse relativement à l'épaisseur de ses parois, affecte déjà la forme de canal de communication qu'elle aura plus tard. Ce canal a une forme rectangulaire avec un prolongement dorsal médian en forme de fente, en continuité avec l'arrière-cavité du quatrième ventricule (fig. 29, 30, 31). A partir du cervelet, sa cavité se rétrécit progressivement d'arrière en avant et débouche comme un entonnoir dans la vésicule antérieure. Vers le milieu de sa longueur, son calibre est encore amoindri par l'épaississement latéral qui constituera les tubercules quadrijumeaux (fig. 32, 41).

Tandis que du côté gauche ils sont nettement distincts sous forme d'un noyau épithélial de 1 dixième de millimètre d'épaisseur et faisant saillie dans la cavité, à droite, on peut à peine reconnaître leur origine dans un léger épaississement de la paroi. Le tubercule encore unique est le résultat d'un repli dorsal de l'épithélium qui, en proliférant, s'unit à la paroi ventrale ; entre lui et la paroi de la vésicule pénètre un court diverticulum du ventricule moyen (fig. 32). La nature de ces noyaux cellulaires est déterminée avec certitude par leurs connexions avec le nerf pathétique qui naît immédiatement en arrière d'elles et dont les filets descendent dans la substance blanche qui les enveloppe (fig. 31, *n. pat.*).

Un peu au-dessus et en arrière des tubercules quadrijumeaux, au point où la vésicule moyenne communique avec la partie postérieure de la vésicule cérébrale antérieure, ou autrement dit avec le futur ventricule moyen, la voûte de ce ventricule envoie de chaque

côté un diverticulum dorsal et oblique en dedans qui va se réunir à celui du côté opposé. Ces deux diverticulums ainsi réunis ont la forme d'un accent circonflexe dont les deux extrémités s'ouvrent par des fentes étroites dans la cavité du ventricule moyen. La partie médiane de l'accent est étranglée par l'accolement des parois qui finissent par se souder, de sorte que les deux cavités, très rétrécies du reste, ne communiquent plus. Leurs parois restent unies par une lame solide de substance nerveuse qui passe comme un pont au-dessus du prolongement médian de la vésicule moyenne (fig. 33 et 41, *pin*).

C'est assurément là le rudiment de la glande pinéale. D'après Kölliker, la glande pinéale naîtrait par un diverticulum médian de la voûte du troisième ventricule. Nous avons retrouvé, en effet, ce diverticulum médian tel que l'a figuré Kölliker un peu en avant de la formation que nous venons de décrire et dont il est la continuation.

Vésicule antérieure. — Cette vésicule, à contours très irréguliers, se subdivise en deux cavités secondaires : une inférieure et une supérieure. La première, ou *cerveau intermédiaire* (*ce*, fig. 41), se continue directement avec le cerveau moyen, mais son axe, au lieu d'être le prolongement direct de l'axe de ce dernier, s'infléchit brusquement du côté ventral et décrit une courbe telle qu'il se dirige parallèlement à lui, mais en sens inverse, pour venir se terminer en arrière de l'œil au niveau du cæcum hypophysaire de l'intestin. Cette vésicule intermédiaire peut, elle-même, se diviser en deux portions : une large, en forme de calotte de sphère, faisant suite au cerveau moyen et réunissant celui-ci à la deuxième portion. Celle-ci, qu'on pourrait appeler ventricule optique, s'étend comme un boyau étroit et allongé parallèlement au cerveau moyen entre celui-ci et le rudiment des hémisphères.

Selon la comparaison très juste de M. Fol, elle ressemble à un rail de chemin de fer. C'est dire que sa cavité est étranglée par deux bourrelets latéraux (fig. 26) et divisée en une portion dorsale aplatie,

surmontée par le cæcum de l'intestin, et une portion ventrale plus large, de forme triangulaire, qui se termine par un cul-de-sac : l'hypophyse. C'est dans son intérieur que s'ouvrent les pédoncules optiques par un orifice ovalaire (*opt*, fig. 26 et 41).

Revenons à la première portion du cerveau intermédiaire, celle qui formera la partie la plus importante du troisième ventricule. Dans ses parois latérales se sont développés à sa base deux noyaux épais qui proéminent dans la cavité : l'un à gauche, l'autre à droite, le premier plus volumineux que le second. En s'adossant sur la ligne médiane, ces deux masses nerveuses, origine des *couches optiques*, ne laissent subsister qu'une fente étroite (*thal*, fig. 34 et 41). Le reste de la cavité les entoure comme une gouttière courte à concavité inférieure. La voûte de ce troisième ventricule offre de véritables circonvolutions. Ce sont des replis situés symétriquement à droite et à gauche et qui s'avancent à l'intérieur comme de véritables cloisons (fig. 36, 37, 41). Deux de ces lames nerveuses, en s'unissant à angle aigu sur la ligne médiane, forment deux V superposés et emboîtés à ouverture dorsale (*cm*, fig. 36 et 37). C'est peut-être le rudiment de la commissure grise.

Près de l'ouverture de l'aqueduc de Sylvius, un de ces replis est constitué, mais à gauche seulement, par une masse cellulaire assez considérable suspendue au-devant de l'orifice (fig. 34, *cmbp*). Sur le plancher de ce troisième ventricule, la base des *couches optiques* est renforcée par deux piliers aplatis de fibres blanches entre lesquelles s'enfonce un diverticulum étroit du troisième ventricule. Ce sont les futurs pédoncules cérébraux.

Les hémisphères. — Ils résultent d'un étranglement du cerveau antérieur qui se traduit au dehors par une dépression dans laquelle s'enfonce le mésoderme. A cet étranglement correspondent deux replis internes dirigés obliquement en dedans vers la ligne médiane. Ces replis qu'on pourrait appeler replis de Monro (*rm*, fig. 30), laissent entre eux une fente étroite qui communique avec la cavité des hémisphères (*fm*, fig. 30). La division de ceux-ci en deux lobes laté-

raux est effectuée par le fait d'un repli médian de la paroi antérieure qui, en pénétrant comme un bec de flûte entre les deux replis latéraux, sépare la fente unique en une portion droite et gauche, origine des trous de Monro (*fm*, fig. 41 et 30). Le fond du repli qui sert de cloison aux hémisphères n'est autre que la *lamina terminalis* (*lt*, fig. 28). En arrière du trou optique, elle s'unit au repli de Monro. L'extrémité dorsale de ces lobes hémisphériques devient tout à fait libre. L'extrémité ventrale présente en avant de l'œil un petit cul-de-sac qui est le premier rudiment du lobe olfactif (*olf*, fig. 41). Les parois des hémisphères sont minces et partout d'égale épaisseur; on y trouve cependant, à la base du repli, comme un amas de cellules nerveuses, origine du corps strié (*c. st.*, fig. 30).

Moelle et canal médullaire. — La constitution de la moelle est très uniforme dans toute son étendue, excepté toutefois à ses deux extrémités. Nous avons vu déjà que du côté du bulbe, en même temps que sa cavité s'élargit, les parois présentent des replis longitudinaux. Vers l'extrémité inférieure, le canal se rétrécit insensiblement et prend une forme arrondie avec des parois épithéliales à plusieurs rangs de cellules; arrivé au contact de l'ectoderme au sommet pointu de l'appendice caudal, il se recourbe et se continue par un petit tube nerveux parallèle au premier (fig. 41). Après un trajet de trois millimètres, ce tube disparaît en se réduisant à quelques cellules. En avant, un vaisseau sanguin l'accompagne et l'entoure par plusieurs branches. En arrière de lui la corde dorsale accolée à la moelle descend dans l'intervalle qui sépare ces deux portions, puis vient se placer au côté droit de la portion réfléchie tout en restant soudée à la moelle qu'elle accompagne jusqu'au point où elle se réfléchit. Il est impossible de trouver une ligne de démarcation entre les cellules médullaires et celles de la corde. La gaine de celle-ci se continue directement autour des cellules nerveuses. Sur les côtés du tube nerveux ainsi réfléchi se trouvent disposées régulièrement à droite et à gauche des masses cellulaires qui ont l'aspect de somites mésoblastiques. En effet, ce sont des sacs aplatis à parois épaisses laissant entre elles

une fente étroite. Les parois internes de ces sacs, en s'unissant sur la ligne médiane, forment comme un arc neural; mais cet arc est interrompu en certains points par lesquels passent des rameaux vasculaires; on peut ainsi compter quatre segments qui, sans cette particularité, demeureraient indistincts, car sur les côtés ils sont fusionnés en une lame continue. C'est seulement un peu au-dessus de la portion réfléchie du tube médullaire que les myomères et les vertèbres deviennent nettement distincts et peuvent être facilement comptés. Nous reviendrons plus loin sur cette question du nombre des somites dans la queue de l'embryon humain.

Dans la partie comprise entre ces deux extrémités, le tube médullaire présente une grande uniformité de structure.

Sur une coupe transversale, sa cavité a la forme d'un losange avec un prolongement ventral très rétréci; elle est bordée d'une couche épithéliale à peu près uniforme, cependant un peu plus épaisse en arrière. En avant et de chaque côté existent deux bandes cellulaires proéminentes d'où sortent les racines antérieures. Ces futures *cornes antérieures* sont comme surajoutées à la bordure épithéliale. C'est un noyau de cellules motrices entouré d'une écorce de substance blanche plus épaisse en avant, où elle forme un cordon anastomosé avec celui de l'autre côté par une commissure antérieure déjà bien distincte.

La *corne postérieure* n'est pas différenciée de l'épithélium, et les racines postérieures naissent directement des cellules épithéliales tout le long de la ligne médiane du dos et se dirigent obliquement en dehors dans le ganglion rachidien.

SYSTÈME NERVEUX PÉRIPHÉRIQUE.

Nerfs crâniens. — Pour faciliter la description, nous suivrons l'ordre d'énumération des paires crâniennes de l'adulte.

Première et deuxième paire. — Ces deux paires (I et II, fig. A) ne peuvent en aucune façon être assimilées aux autres nerfs crâ-

niens. En effet, ce sont de véritables dépendances de la vésicule antérieure.

Le rudiment du *lobe olfactif* se voit en avant de l'œil comme une légère proéminence creuse de la base de l'hémisphère correspondant immédiatement au-dessus de la fossette olfactive, dont elle est séparée par une couche de mésoderme (*olf*, fig. 41).

Quant au pédoncule optique, il est encore complètement creux et communique largement par un orifice en forme de fente avec la cavité du cerveau intermédiaire (*opt*, fig. 26 et 27).

C'est un parallélipipède de forme rectangulaire dont le grand axe, au lieu d'être perpendiculaire à la vésicule cérébrale, lui est au contraire parallèle. Les deux grandes faces de ce parallélipipède sont tournées, l'une en arrière et l'autre en avant (voir fig. 26). Des quatre petites faces, deux sont latérales ; des deux autres, l'une est supérieure et l'autre est inférieure ; la face interne s'ouvre dans la vésicule cérébrale par sa moitié supérieure, tandis que dans sa moitié inférieure, c'est-à-dire hypophysaire, elle reste adhérente au cæcum de l'hypophyse. La face externe est libre dans presque toute son étendue et ne s'attache au globe oculaire qu'à son angle inférieur ou hypophysaire. La face supérieure n'existe pas, car les parois du pédoncule se continuent à ce niveau avec celles du cerveau intermédiaire et sa cavité s'ouvre largement dans la vésicule cérébrale ; la paroi inférieure ou hypophysaire est libre.

La cavité du pédoncule optique est loin d'être uniforme dans toute sa longueur. Tandis qu'à son origine, c'est une simple fente très étroite, à son extrémité oculaire, au contraire, il y a deux fentes superposées séparées par une cloison nerveuse, horizontale, et communiquant latéralement ; cette cloison incomplète est épaisse et formée de deux couches cellulaires entourant une bande de substance blanche : on dirait un deuxième pédoncule optique inclus dans le premier. Quelle est son origine ? Si l'on examine le pédoncule sur les coupes successives en allant de son extrémité cérébrale vers son extrémité oculaire, on constate que ses bords latéraux se replient

en avant et finissent par se rejoindre en englobant la paroi ventrale primitive ; il se forme ainsi un double repli analogue au repli amniotique, et quand le processus est terminé, les fibres blanches, d'abord externes, se trouvent enfermées entre les deux couches cellulaires du pédoncule interne. Du côté gauche, le phénomène est achevé, tandis qu'à droite il est encore au début.

La paroi ventrale du pédoncule se continue en dedans avec la paroi de l'hémisphère, puis, au-dessous de ce dernier, avec la paroi du cæcum hypophysaire. Ce dernier se prolonge à ce niveau en un petit diverticulum inférieur. C'est précisément là l'origine du repli interne qui donne naissance à la deuxième fente ventrale du pédoncule optique, ainsi qu'à la cloison incomplète. Cette deuxième fente communique donc avec le cæcum hypophysaire, et la nouvelle paroi ventrale du pédoncule optique se continue sans interruption avec la paroi opposée du rail hypophysaire.

Troisième paire. — Les radicules du nerf moteur oculaire commun sont réparties sur un espace relativement grand, depuis l'extrémité supérieure du tubercule quadrijumeau jusqu'à l'angle de réflexion des vésicules cérébrales, 3 dixièmes de millimètre environ. Elles sont disposées sur plusieurs lignes d'insertion parallèles, de sorte que les racines convergent comme les branches d'un éventail, vers le même point, pour former le tronc nerveux. Ces racines isolées pénètrent en divergeant comme des pinceaux de fibrilles très réfringentes et très faciles à suivre dans l'intérieur de la substance blanche du pédoncule pour aller se terminer dans la masse cellulaire qui le surmonte. Parmi ces fibrilles, les plus inférieures proviennent de la portion de l'épithélium nerveux qui est en contact avec le rudiment du tubercule quadrijumeau et dont il se distingue encore à ce niveau. Il m'a été impossible de découvrir aucune racine venant du noyau du pathétique ; les premières qui apparaissent en sont séparées par toute l'épaisseur du tubercule quadrijumeau. Cela confirme d'une façon absolue les faits observés par M. le professeur Mathias Duval, chez l'adulte, en opposition avec les résultats du professeur Huguenin. Au

point où les pédoncules cérébraux se recourbent en avant avec la vésicule cérébrale antérieure, les fibres radiculaires internes du moteur oculaire commun se dirigent transversalement dans l'écorce blanche jusque vers la ligne médiane, et là, se terminent dans les

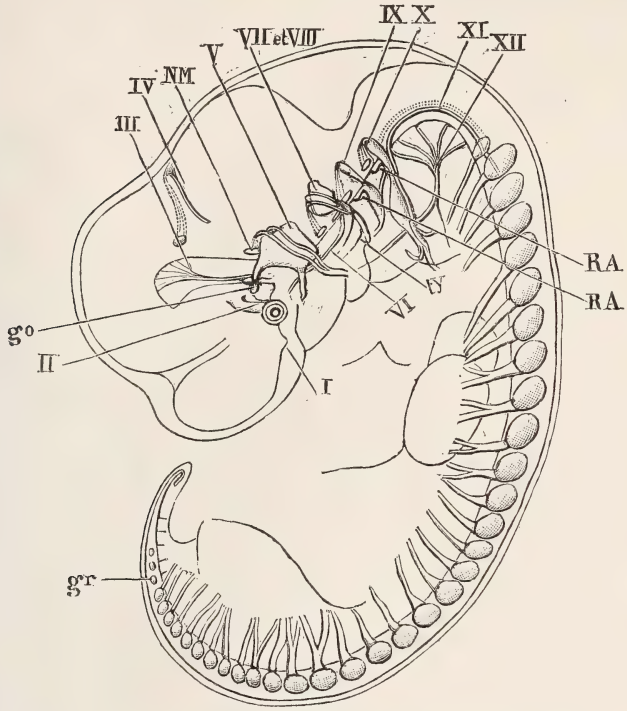


Fig. A. — Reconstruction des nerfs crâniens, des ganglions et des nerfs rachidiens. Les chiffres romains de I à XII indiquent les paires crâniennes.

go, ganglion ophtalmique ; *ty*, corde du tympan ; RA, RA′, racines antérieures *directes* du glossopharyngien et du pneumogastrique ; NM, noyau moteur de la cinquième paire. Les fibres motrices sont indiquées par un pointillé. Il en est de même pour la septième, la neuvième et la dixième paire. Le noyau moteur *externe* du facial est seul représenté ; *gr*, derniers ganglions rachidiens atrophiés.

cellules épithéliales à la base du troisième ventricule au niveau de son prolongement interpédonculaire. Il est possible que quelques fibres passent de l'autre côté, comme une commissure, mais je ne suis pas en mesure de l'affirmer.

Une fois constitué, le moteur oculaire commun se présente comme

un gros tronc fibrillaire cylindrique, nettement limité par une membrane d'enveloppe et qui se dirige vers l'œil à mi-hauteur de l'angle rentrant des vésicules cérébrales (fig. A et 32, pl. IV, III). Dans ce trajet rectiligne, il ne donne aucune branche et accompagne l'artère carotide interne à son côté dorsal, en dedans de la veine jugulaire. Il se termine enfin au centre d'une masse cellulaire condensée, qui occupe presque tout l'espace laissé entre la veine jugulaire, l'artère carotide, le globe oculaire et le pédoncule optique dont elle suit la direction et dont elle ne dépasse pas les limites. Il est aisé de reconnaître dans cette masse cellulaire le rudiment des muscles de l'œil, cependant il n'y a encore aucune différenciation.

Quatrième paire. — Elle est composée d'un faisceau nerveux très grêle, mais qu'on peut suivre facilement avec un grossissement de 150 diamètres. Elle naît sur la face dorsale du mésencéphale et un peu latéralement. Les fibrilles pénètrent transversalement dans l'écorce blanche, et, arrivées au contact de l'épithélium médullaire, se recouvrent et décrivent une anse à concavité supérieure, pour gagner la base du mésencéphale en contournant la grosse masse cellulaire que nous avons déjà signalée comme rudiment des tubercules quadrijumeaux. Elles se jettent là dans un petit noyau moteur bien distinct et sans relation avec les racines du moteur oculaire commun. Au point où elles vont sortir du bulbe, ces fibres motrices traversent un petit amas de cellules nerveuses situé dans l'épaisseur de la substance blanche. Ce *noyau ganglionnaire* est en relation intime avec l'épithélium médullaire dont il reçoit un faisceau de fibrilles à direction dorsale. Quoique la physiologie n'ait pas encore résolu la question de savoir si le nerf pathétique renferme des fibres sensitives, nous le considérons, en raison des connexions de ses racines, comme un nerf mixte dès l'origine, au même titre que le pneumogastrique ou le glosso-pharyngien. On sait d'ailleurs qu'un filet du pathétique se distribue à la tente du cervelet[1].

[1] Schwalbe, *Jenaische Zeitschrift,* 1879.

Cinquième paire. — C'est la plus volumineuse de toutes les paires crâniennes. Ses racines, qui s'étendent sur une assez grande ligne d'insertion, se jettent immédiatement dans un gros ganglion de forme quadrilatère situé au-dessous et en arrière de l'œil (*gG*, fig. 24 et 25). La racine motrice naît vers l'extrémité céphalique du ganglion. C'est un gros faisceau qui pénètre dans le bulbe vers le milieu de sa hauteur et se recourbe aussitôt dans le noyau moteur situé à sa base. Immédiatement au-dessous de la racine motrice, on voit la racine sensitive avec ses nombreuses fibrilles se diriger en sens inverse, c'est-à-dire vers la face dorsale du bulbe.

La racine motrice s'accole immédiatement à la face interne du ganglion de Gasser, et, malgré un contact intime, elle conserve son indépendance. Après un trajet oblique, elle arrive à l'angle inférieur du ganglion où elle se continue dans la branche maxillaire inférieure. A ce niveau, elle se partage en trois faisceaux aplatis, qui se disposent en une gouttière à concavité dorso-externe où pénètre un prolongement ganglionnaire. Celui-ci, bien reconnaissable à sa richesse en cellules, reste distinct jusqu'au niveau de la commissure buccale où il se confond avec les fibres motrices.

Indépendamment de ce faisceau moteur principal, il en existe un deuxième, plus petit, qui naît un peu au-dessous du premier, et qui suit un trajet parallèle, mais dans l'intérieur même du ganglion, dont les cellules l'entourent complètement. A l'origine de la branche maxillaire, cette deuxième racine motrice vient s'unir à l'une des branches de division de la première racine à la branche dorsale. Cette petite racine motrice intra-ganglionnaire n'a pas encore été décrite chez l'adulte. D'après sa position, elle correspond à une racine analogue du nerf facial : le nerf intermédiaire de Wrisberg.

De l'extrémité supérieure du ganglion naissent les nerfs ophtalmiques et maxillaire supérieur.

Ces deux dernières branches sont exclusivement sensitives et renferment un grand nombre de cellules mélangées à leurs fibres. La branche ophtalmique se réunit en arrière de l'œil par une anas-

tomose qui embrasse la face ventrale de la veine jugulaire avec le nerf moteur oculaire commun. Au-delà de cette anastomose, elle se termine brusquement dans une petite masse ganglionnaire accolée à la face ventrale de la veine jugulaire, et de laquelle se détache un long filet qui descend directement sur le globe oculaire, autour duquel il se termine. C'est le ganglion ciliaire.

Sixième paire. Moteur oculaire externe. — Il naît au niveau du ganglion du facial par plusieurs filets radiculaires qui sortent de la base du bulbe de chaque côté de la ligne médiane. Ces filets naissent séparément d'un noyau sur lequel nous reviendrons plus bas, à propos du nerf facial, avec lequel il est aussi en relation. Bientôt, ils se réunissent en un faisceau ténu et dirigé obliquement en haut et en avant entre l'artère basilaire et la carotide interne (VI, fig. A et 23), et qui se termine au-dessous de l'œil dans une masse cellulaire condensée, non loin du moteur oculaire commun qui aboutit aussi à cette masse de laquelle se différencient sans doute les muscles de l'œil. Un filet accessoire plus grêle, de même origine, se dirige parallèlement au premier, à son côté dorsal, et vient aboutir en haut à une petite masse d'aspect ganglionnaire dont nous n'avons pu déterminer exactement la nature.

Septième et huitième paire. — L'embryologie justifie complètement la réunion de ces deux paires, selon la nomenclature de Willis, en une seule, dont la huitième paire formerait la racine sensitive et la septième paire la racine motrice. De même que dans la cinquième paire, les deux racines motrices et sensitives se mélangent immédiatement après leur sortie du bulbe, mais dans l'intérieur du bulbe même elles ont une marche bien différente. Pour éviter la confusion, décrivons successivement chacune de ces deux paires. Le facial se compose de faisceaux de fibres dont le trajet est très compliqué ; nous les suivrons d'abord en dehors des centres, puis nous rechercherons leur origine réelle.

Tandis que le faisceau de fibres sensitives qui donne naissance à la masse ganglionnaire commune est nettement limité à l'angle

supérieur et dorsal du ganglion, les fibres motrices, au contraire, s'étendent sur une grande ligne d'insertion et à deux niveaux différents. Les racines les plus dorsales s'accolent aux fibres sensitives dès leur sortie, tandis que les racines ventrales en sont un peu plus éloignées. Les premières, intimement mélangées aux cellules ganglionnaires, constituent, dans leur épaisseur, un faisceau dorsal séparé du faisceau ventral par une couche de cellules nerveuses. Le nerf facial, ainsi constitué par deux faisceaux moteurs qui englobent un prolongement ganglionnaire, chemine à la face interne du ganglion, dont il n'est pas encore nettement séparé, puis, plus bas, il se dégage et vient se placer à son bord ventral. Là, il se montre comme un gros faisceau arrondi, dont le centre est rempli de cellules nerveuses ; les fibres motrices l'entourent comme deux faisceaux aplatis, l'un dorsal et externe, l'autre ventral (VII, fig. A et fig. 20). C'est à ce moment que le faisceau dorsal, qui en raison de ses connexions correspond sans doute au nerf intermédiaire de Wrisberg, donne naissance à une branche qui longe le côté dorsal de la première fente brachiale. Cette branche, dans laquelle pénètre une grande partie des cellules nerveuses ganglionnaires, n'est autre chose que le rudiment du grand nerf pétreux superficiel. Le faisceau moteur ventral ne prend pas part à sa formation. Après avoir donné cette branche, le nerf facial se réduit à un faisceau de fibres au centre duquel les cellules ont presque disparu. Il marche parallèlement à la première fente branchiale, puis la contourne pour descendre dans l'arc hyoïdien. De la concavité de la courbure ainsi formée part un rameau qui se dirige en haut sur le côté ventral de la première fente, pour se terminer en dedans sur le plancher buccal, un peu en arrière du nerf maxillaire inférieur. Ce rameau, qui chemine ainsi dans la lame mésodermique qui sépare la première fente branchiale de la dépression du conduit auditif externe, est la corde du tympan. Après avoir fourni ces deux branches, le nerf facial continue son trajet en bas et se termine dans la partie supérieure de l'arc hyoïdien.

Le trajet intrabulbaire des fibres du facial est assez facile à suivre.

Elles se recourbent toutes du côté ventral et viennent se jeter dans deux noyaux d'origine bien caractérisée. L'un, interne, est situé à la base du bulbe, tout près de la ligne médiane. C'est une masse cellulaire, de forme cylindrique, enclavée dans l'épithélium qu'elle soulève pour s'adosser au noyau homologue de l'autre côté, dont elle n'est séparée que par une gouttière très étroite, qui disparaîtra dans la suite.

L'autre noyau, externe, est situé dans l'épaisseur de la substance blanche. C'est une bande aplatie, dont le bord antérieur, épais et arrondi, est parallèle au noyau interne; le bord dorsal, plus mince, s'étend du côté dorsal. En bas, ce noyau externe donne naissance au moteur oculaire externe; en haut, il reçoit une partie du faisceau ventral du facial; l'autre partie, ainsi que le faisceau dorsal, va se jeter dans le noyau interne et antérieur. Une partie des fibres du facial continue son trajet dans la commissure antérieure du bulbe, déjà très épaisse à ce niveau. La description qu'a donnée M. Mathias Duval, des noyaux d'origine du facial chez l'adulte, correspond exactement à ce que nous avons observé chez notre embryon. Il y a deux noyaux distincts : le noyau propre du facial et le noyau qui lui est commun avec le moteur oculaire externe. Ces deux noyaux sont séparés l'un de l'autre par le faisceau principal du nerf facial.

Les racines auditives ou ganglionnaires naissent d'un repli de la paroi du bulbe tout près de la voûte membraniforme. Ce repli correspond à une crête épithéliale interne et à une dépression externe d'où naissent les fibres auditives en un faisceau épais. Après un court trajet oblique, elles se divisent en deux faisceaux, un externe et un interne, se jetant dans une masse ganglionnaire à cellules arrondies fortement colorées par le carmin (*Au*, fig. 21). Ces deux masses sont réunies entre elles et forment une gouttière à concavité antéro-supérieure dans laquelle se moule le nerf facial. Dans cette gouttière, le nerf facial est presque entièrement cellulaire, et il serait difficile de le distinguer si ce n'était la différence de coloration des cellules qui, du reste, sont moins compactes et sont dissociées par les fibrilles

nerveuses. Celles-ci en se groupant en faisceaux facilitent encore la séparation.

Le ganglion auditif vient se loger dans la concavité du bord supérieur de l'otocyste, et là, les cellules nerveuses sont en continuité avec les cellules épithéliales de la paroi antérieure de l'otocyste.

Neuvième paire. Glosso-pharyngien. — La disposition de ses racines intrabulbaires est à peu près la même que celle du facial. Les racines motrices naissent tout près de la ligne médiane, dans un noyau moteur de même forme que celui du facial, avec lequel il se continue en haut, sans ligne de démarcation bien nette. De là elles montent dans l'épaisseur du bulbe, entre sa paroi épithéliale et un noyau moteur externe, qui est aussi en continuité avec le noyau d'origine du moteur oculaire externe. Elles sortent du bulbe en se recourbant en dehors, vers le milieu de sa hauteur. Là elles reçoivent des fibres sensitives, mélangées de cellules nerveuses. Ces deux ordres de fibres, ainsi réunies à leur sortie, forment un faisceau, aplati d'abord, appliqué contre le mésoderme, qui limite la cavité rachidienne en dedans de l'otocyste. Ces fibres d'origine sont étalées sur une assez grande ligne d'insertion. Les racines motrices plus supérieures passent entre le noyau du facial et celui du moteur oculaire externe, au niveau des premières racines de ce dernier et sont en connexion intime avec ces deux noyaux.

Indépendamment de ces racines motrices *indirectes*, le tronc du glosso-pharyngien reçoit encore un faisceau très grêle de fibres motrices *directes*, c'est-à-dire disposées de la même manière que la racine antérieure des nerfs rachidiens. Cette racine antérieure du glosso-pharyngien prend naissance dans un noyau situé dans le prolongement de celui du moteur oculaire externe et un peu au-dessous de ce dernier. A sa naissance, le tronc du glosso-pharyngien renferme un assez grand nombre de cellules sensitives, que l'on pourrait considérer, quoiqu'il n'y ait pas de renflement bien net, comme un ganglion supérieur, comparable à celui du pneumogastrique. C'est au-dessous de ce ganglion supérieur que la racine motrice

directe vient se confondre avec le tronc du nerf. Celui-ci aboutit alors à un gros ganglion ovoïde, accolé en dedans à la veine jugulaire, entre la deuxième et la troisième fente branchiale. Ce ganglion se termine en dedans par un gros faisceau de fibres, qui se dissocie dans les parois latérales du pharynx et sur le plancher buccal, dans le rudiment de la langue. En dehors, il entre en connexion avec un diverticulum de la troisième fente branchiale, pour constituer l'organe de Froriep, sur lequel nous reviendrons à propos des fentes branchiales.

Tandis qu'à droite ce ganglion est isolé, à gauche, il reçoit une anastomose importante du ganglion supérieur du pneumogastrique.

Dixième paire. — Le pneumogastrique (X, fig. *A ; png*, fig. 8 et 9) naît, comme les nerfs précédents, par deux ordres de racines, qui se réunissent dès leur sortie ; mais, tandis que, dans le glosso-pharyngien, les racines motrices l'emportaient en nombre sur les sensitives, ici, c'est le contraire. La racine sensitive naît comme un gros faisceau, qui se jette immédiatement dans un ganglion fusiforme. Les racines motrices viennent s'accoler à elle sur sa face interne. Elles sont peu nombreuses et sortent du bulbe par petits pinceaux séparés. Dans l'intérieur du bulbe leur trajet a la même direction que celles du glosso-pharyngien ; mais, au lieu d'être réunies en faisceaux distincts, elles se dissocient dans la masse cellulaire externe, dont les limites sont nettes et qui se confond insensiblement avec la paroi épithéliale proprement dite. Cependant, vers la base du bulbe, ce noyau à cellules dissociées par les fibres nerveuses s'arrête brusquement en un bord arrondi, d'où sortent les fibres nerveuses pour aller rejoindre le noyau analogue du côté opposé, en décrivant une courbe autour de la gouttière médullaire antérieure. On voit manifestement des faisceaux moteurs du pneumogastrique se continuer dans cette commissure. C'est également du bord ventral de ce noyau que naît un faisceau bien limité de fibres *motrices directes*, qui se dirige en dehors et qui remonte en arrière, pour se

jeter dans le tronc du pneumogastrique, au-dessous du ganglion supérieur.

Cette racine antérieure *directe* (*RA*, fig. *A*) est un peu plus grosse que celle du glosso-pharyngien ; mais elle offre la même disposition. Elle se compose de fibres ténues, peu réfringentes, d'aspect granuleux et grisâtre. Comme ces racines sont destinées à disparaître, elles sont sans doute déjà en voie d'atrophie. De pareilles racines existent peut-être aussi sur les autres nerfs crâniens : le facial et le trijumeau. A une époque embryonnaire moins avancée, leur recherche fournirait sans doute de précieux renseignements.

Dans son ensemble, le pneumogastrique se distingue de prime abord des autres nerfs crâniens par ses deux ganglions, reliés entre eux par un faisceau de fibres. Le ganglion inférieur se loge dans l'angle de courbure de la veine jugulaire, au-dessous de la quatrième fente branchiale, qu'il contourne. Un prolongement de cette fente s'enfonce dans la masse nerveuse, de la même façon que pour le glosso-pharyngien. De ce ganglion partent des fibres internes, qui descendent vers la paroi du pharynx, au niveau de l'orifice œsophagien, entre la troisième et la quatrième fente branchiale, et des fibres inférieures ou terminales, qui descendent le long de la paroi interne de la veine jugulaire et s'accolent aux fibres du spinal, avec lequel elles descendent dans les poumons.

Onzième paire. — Le spinal (XI, fig. *A*, *sp*, fig. 4, 5 et 11) offre une disposition intéressante en ce qu'il montre bien la transition entre les nerfs rachidiens et les nerfs crâniens. Les premières racines, c'est-à-dire les plus inférieures, sortent de la moelle, en dedans du ganglion rachidien, à peu près à mi-hauteur des parois nerveuses. De là, elles forment un faisceau qui s'accole au deuxième, puis au premier ganglion rachidien. Celui-ci envoie du côté dorsal du nerf un prolongement qui l'accompagne et va se confondre avec le ganglion supérieur du pneumogastrique. Ainsi disposé, le nerf spinal ressemble à un *connectif* réunissant le pneumogastrique à la première paire rachidienne. Dans tout ce trajet il est renforcé par un certain

nombre de petits faisceaux isolés et alignés sur la même ligne d'insertion. Tous ces faisceaux ont le même mode d'origine que ceux du pneumogastrique, auxquels du reste ils font suite, sans transition. Ce sont donc des racines motrices, qui se recourbent à leur sortie du bulbe, pour venir se mélanger, en avant, au tronc principal du nerf. Toutefois ces fibrilles entraînent avec elles une chaîne de cellules qui s'ajoutent à celles venues du premier ganglion.

En raison de ces rapports et de leur point d'émergence du bulbe, nous considérons ces cellules comme étant de nature sensitive.

Ces faits viennent à l'appui de ceux observés par M. Vulpian. D'après cet illustre physiologiste, il existe, à l'angle de réunion de quelques-unes des racines du spinal, des amas de cellules nerveuses qui autorisent à penser que ce nerf, essentiellement moteur, renferme aussi, dès son origine, un certain nombre de tubes sensitifs.

L'étude de notre embryon confirme absolument cette manière de voir. Le nerf spinal est un nerf mixte dont l'élément ganglionnaire ou sensitif, emprunté en partie au premier ganglion rachidien, en partie au pneumogastrique, est étalé sur une grande longueur. Il n'est donc pas étonnant que le premier ganglion rachidien proprement dit ait un volume au moins trois fois plus petit que les suivants, si l'on considère que la plus grande partie de ses cellules a été entraînée sur un espace considérable.

Arrivé au contact du ganglion supérieur du pneumogastrique, le faisceau moteur du spinal se recourbe et s'accole à la face inférieure de ce ganglion. Puis il descend le long de la dixième paire, qu'il croise obliquement pour venir se placer au côté externe du ganglion inférieur. Dans tout ce parcours, il reste complètement indépendant du pneumogastrique. Il ne fournit là qu'une seule branche qui passe en avant de la veine pour se diriger du côté externe, et en arrière dans les parois latérales du cou : c'est la branche externe du spinal. Au-dessous du ganglion inférieur, il se dirige en dedans et descend le long de la trachée entre celle-ci et la veine jugulaire jusque vers la racine des lobules pulmonaires, mais il donne à sa

partie supérieure un rameau qui se dirige transversalement vers la région de la glotte en contournant le cinquième arc aortique, rameau qui deviendra le nerf récurrent de l'adulte.

Au point où le spinal d'abord accolé à la face antérieure de la veine jugulaire se dirige en dedans et descend le long de sa face externe, il est en contact étroit avec l'hypoglosse dont nous allons parler.

Douzième paire. — L'hypoglosse XII (*nhp*, fig. 9, 12, 14, 15) naît par cinq racines à la base du bulbe dans l'intervalle qui sépare le ganglion supérieur du pneumogastrique du premier ganglion rachidien. Très espacées à leur origine, elles convergent en avant et se réunissent en un tronc unique qui descend en arrière de la veine jugulaire à laquelle il est intimement uni. Après avoir croisé obliquement le vaisseau, il se place en bas à son côté externe. C'est là qu'il côtoie le nerf spinal.

A ce niveau, il se recourbe à angle droit et se dirige en haut, à la base des arcs branchiaux. Il marche parallèlement à ce bourgeon de la quatrième fente branchiale, considéré comme la portion accessoire de la glande thyroïde, puis le long du sinus terminal du bulbe aortique, et se termine après avoir dépassé la glande thyroïde dans l'arc maxillaire inférieur. Sur toute cette longueur, il ne donne aucune branche latérale. De la convexité de sa courbure se détache un petit rameau qui s'unit bientôt au premier nerf cervical qui lui est parallèle : c'est le rudiment de la branche descendante de l'hypoglosse. Les racines de l'hypoglosse ont toutes la même origine intrabulbaire dans le même noyau moteur qui fournit les racines motrices du spinal. Ce noyau moteur est disposé comme celui du pneumogastrique. Brusquement arrêté en avant en un bord arrondi et épais, il s'amincit en arrière où ses limites sont peu distinctes. Les racines motrices de la onzième et de la douzième paire ont donc une origine commune, mais elles ont un trajet intrabulbaire inverse, celles de la douzième paire s'échappent immédiatement en avant comme les racines antérieures rachidiennes, tandis que les autres remontent en arrière pour sortir au milieu de la hauteur du bulbe.

La première racine de l'hypoglosse, c'est-à-dire la plus supérieure, très rapprochée de la *racine directe* du pneumogastrique, se distingue des autres en ce qu'elle fournit, non loin de son origine, au niveau de la réunion du spinal au pneumogastrique, un filet nerveux qui se dirige en dehors et se termine dans une masse jaunâtre compacte, parsemée de noyaux, situé à la face dorsale de la veine jugulaire et en contact avec le ganglion supérieur du pneumogastrique. Cette masse ressemble en tous points aux autres ganglions du sympathique dont elle peut, dès lors, être considérée comme le ganglion supérieur.

Peut-on comparer les nerfs crâniens aux nerfs rachidiens? L'homologie existe-t-elle entre ces deux systèmes en apparence si différents? La théorie de Balfour, d'après laquelle les nerfs crâniens seraient disposés sur un type absolument différent des nerfs spinaux et proviendraient primitivement d'un nerf mixte à racine dorsale unique, repose sur un fait négatif, à savoir l'impossibilité pour lui de découvrir dans ces nerfs crâniens des racines antérieures comparables à celles des nerfs spinaux. Déjà Marshall a combattu cette hypothèse par des arguments sérieux. A mon tour, je viens l'attaquer en m'appuyant sur les nouvelles données que m'a fournies l'étude de ces nerfs. Laissons de côté la première et la deuxième paire qui sont des bourgeons de la vésicule cérébrale antérieure et ne sont en rien comparables, au moins à cette époque du développement, aux nerfs rachidiens.

Prenons comme point de départ le nerf trijumeau. Comme dans les nerfs spinaux, on trouve deux racines; mais, au lieu d'être séparées à leur origine par toute la hauteur du bulbe, elles sont, au contraire, très rapprochées. La racine motrice, après son entrée dans le bulbe, se recourbe pour gagner le noyau moteur situé à sa base, tandis que la racine sensitive se dirige obliquement vers la face dorsale. Les connexions avec les centres nerveux sont donc les mêmes que dans la moelle. Il y a eu seulement une convergence plus grande des racines, dès leur sortie, comme si la racine antérieure eût été

entraînée avec les cellules où elle prend naissance : en effet, celles-ci, au lieu d'être nettement limitées en une corne antérieure comme dans la moelle, s'étendent du côté dorsal et forment une bande qui, en certains points, occupe la moitié de la hauteur du bulbe.

La racine motrice ainsi constituée s'accole immédiatement au ganglion tout le long de sa face interne, mais sans aucun mélange de fibres. Indépendamment de ce faisceau moteur principal, qui devient chez l'adulte la *petite racine* du nerf, nous avons vu qu'il en existe un autre plus petit, qui pénètre dans le ganglion dès son origine, et qui, après l'avoir traversé sans se confondre avec lui, vient se jeter dans le précédent au point où il se continue dans la branche maxillaire inférieure.

Supposons que le faisceau principal soit aussi enveloppé par les cellules ganglionnaires, rien ne sera changé dans les connexions fondamentales, et la réunion de la racine motrice à l'extrémité proximale du ganglion ne sera qu'apparente. C'est là une disposition qui se réalise complètement pour le glossopharyngien et le pneumogastrique. Ces paires crâniennes naissent du milieu de la hauteur du bulbe par deux ordres de racines, les unes motrices, qui, parties de la base, remontent vers le dos et se recourbent à leur sortie pour s'accoler aux autres venues de la face dorsale et par conséquent sensitives. Outre ces racines motrices *intrabulbaires*, celles que j'ai découvertes et décrites ci-dessus ne diffèrent en rien des racines spinales antérieures, ni par leur origine, ni par leurs connexions. C'est ainsi que, pour chacun de ces nerfs, il existe un faisceau très grêle de fibres motrices qui sort du bulbe, à sa base, près de la ligne médiane, et qui va s'unir au nerf à l'extrémité distale du ganglion supérieur.

Ainsi tombe l'argumentation de Balfour tirée de l'absence de telles racines antérieures. Les nerfs facial et auditif forment une paire en tout comparable à la cinquième. Le pathétique, comme nous l'avons vu, est un nerf mixte dès l'origine, et ses racines ont la même disposition que dans le pneumogastrique ou le glosso-pharyngien.

Le spinal est aussi un nerf mixte dans lequel l'élément moteur domine. Dans tout son parcours, il est renforcé par des fibres motrices isolées qui ont la même origine que celles de l'hypoglosse, mais qui se dirigent en sens inverse pour sortir du côté dorsal. Comment expliquer ce changement de direction ? L'augmentation de diamètre du tube médullaire a nécessairement entraîné un accroissement plus considérable des masses cellulaires, et, par suite, de la corne antérieure ; il en est résulté que le bourgeonnement des racines antérieures s'est aussi fait sur une plus grande étendue. Les fibrilles naissant du côté dorsal, étant plus rapprochées du ganglion, se sont d'abord unies à lui, et il s'est établi une sorte de balancement par suite duquel les racines antérieures proprement dites ont diminué de plus en plus d'importance.

Si l'on admet les idées de Cl. Bernard sur la sensibilité récurrente, il est facile de rattacher les nerfs à racine antérieure unique aux autres paires crâniennes. Le moteur oculaire commun et le moteur oculaire externe feront partie de la cinquième paire. L'hypoglosse se rattachera soit au pneumogastrique, soit à la première paire cervicale.

En résumé, nous concluons que les paires crâniennes sont construites d'après un type absolument comparable aux paires rachidiennes. Les différences apparentes résultent d'une modification secondaire de la disposition primitive, modification due à l'accroissement rapide et précoce du tube médullaire pour constituer le bulbe [1].

SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE.

Le système nerveux sympathique est à peu près complètement formé dans sa partie ganglionnaire.

Chacun des nerfs spinaux envoie en dedans une branche qui va se jeter dans un ganglion accolé à la face externe de l'aorte (*sy*, fig. 7). Tous ces ganglions sont réunis entre eux par un cordon nerveux.

[1] Phisalix, *Comptes rendus Ac. Sc.*, 1887.

En avant de ce cordon sympathique, et en contact avec lui, il existe une bande cellulaire qui entoure les veines cardinales comme un croissant et qui se distingue par un aspect particulier. Au milieu d'un tissu fondamental granuleux très condensé et de couleur jaunâtre, on trouve des noyaux arrondis, bien colorés par le carmin. Cela rappelle vaguement le tissu des corps surrénaux des sélaciens.

Si les ganglions dorsaux et lombaires sont facilement reconnaissables, il n'en est pas de même des ganglions cervicaux. Cependant nous avons pu trouver le ganglion supérieur du sympathique à la face dorsale de la veine jugulaire et en contact avec le ganglion supérieur du pneumogastrique. Ce ganglion reçoit un filet du nerf hypoglosse.

NERFS RACHIDIENS.

Si l'on en excepte le premier ganglion, tous les autres ganglions rachidiens diminuent de volume de haut en bas par groupes successifs. La disposition des racines n'offre rien de particulier. Quant aux nerfs, ils sont déjà très avancés dans leur développement; les plexus sont formés dans leurs parties essentielles.

Nous nous bornerons à signaler le nerf phrénique pour la région cervicale. Il naît de la face antérieure des premières racines du plexus brachial et s'accole au côté externe du canal de Cuvier dans l'angle qu'il forme avec la veine cardinale.

De là, il se dirige en avant, au-dessous du canal de Cuvier et à la base d'un repli festonné flottant librement dans la plèvre *nd* (fig. 12 et 13). Le nerf peut être suivi à gauche jusqu'au point où ce repli devient adhérent à la face supérieure du foie ; à droite, jusqu'au niveau de l'embouchure de la veine sus-hépatique dans le sinus de Cuvier. A la région dorsale, les nerfs intercostaux s'avancent sur une assez grande longueur à la face interne des trois ou quatre premières côtes déjà bien différenciées.

Le nombre des ganglions et des nerfs rachidiens est important à déterminer.

Déjà M. Fol a montré que, dans l'embryon de 8 à 9 millimètres, ce nombre dépasse celui qui existe chez l'adulte, et, rapprochant le nombre des ganglions de celui des vertèbres et des myomères, il a trouvé une coïncidence parfaite.

L'embryon humain de 8 à 9 millimètres possède trente-huit vertèbres. La démonstration est donc faite d'une manière absolue, et je suis en mesure de la confirmer.

Dans mon embryon, le nombre des myomères et des vertèbres est encore de trente-huit, sans compter les petits segments particuliers dont nous avons parlé plus haut. Mais il y a déjà rétrogradation en ce qui concerne les ganglions rachidiens. On peut compter trente-trois ganglions bien distincts et donnant naissance à un nerf sensitif s'unissant à la racine motrice. Au-dessous, on trouve bien encore une série de trois ganglions (fig. A) plus petits, mais il n'y a plus ni nerf sensitif ni racine motrice. Au-delà de ces trois ganglions encore reconnaissables, la racine sensitive est réduite à une crête cellulaire, dans laquelle il est impossible de distinguer une segmentation. Les derniers myomères, ainsi que les vertèbres (fig. 33), quoique de dimensions très faibles, sont parfaitement distincts, surtout les myomères qui se composent d'une enveloppe cellulaire colorée d'une façon intense par le carmin, avec une cavité au centre sans éléments différenciés.

Œil. — Le cristallin est encore accolé à l'ectoderme. Il est vésiculeux et sa paroi postérieure est déjà bien différente de l'antérieure ; elle se compose de deux couches de cellules cylindriques assez hautes qui proéminent à l'intérieur. La fente choroïdienne laisse passer une petite veine venant du corps vitré et qui va se jeter dans une branche de la veine jugulaire interne.

Otocyste. — Il a la forme d'un sac aplati à prolongement ventral étroit, et donnant naissance, sur sa face interne, à un diverticulum également aplati, qui se prolonge du côté dorsal et arrive presque en contact avec l'ectoderme ; (c'est l'aqueduc du vestibule *R*, *V*, fig. 40).

Chorde dorsale. — La chorde (*Ch*, fig. 4, 8, 41) présente la direc-

tion générale de l'embryon, c'est-à-dire qu'elle est recourbée comme la lettre C. En haut, elle quitte la région cervicale par une inflexion assez brusque et vient s'accoler à la face postérieure du pharynx, où elle produit une légère dépression de la paroi pharyngienne (voir fig. 13, 14, 15, 16). Elle se termine un peu au-dessus de la première fente branchiale par une extrémité effilée en pointe. A ce niveau, les trois ou quatre cellules qui la composent se confondent insensiblement avec les cellules mésodermiques. A son extrémité inférieure, elle s'engage entre la portion réfléchie et la portion directe de la moelle caudale et elle se soude d'une façon intime avec les cellules médullaires, comme nous l'avons dit plus haut.

En coupe transversale, elle se montre généralement arrondie dans sa portion supérieure, tandis qu'à partir de la région lombaire (voir fig. 18 et suiv.), elle se présente comme une ellipse posée en travers. Elle redevient cylindrique et très mince à l'extrémité caudale. En certains points, on trouve des rétrécissements et des renflements alternatifs ; mais il n'y a encore rien de bien précis à cet égard.

Vertèbres et muscles. — Les vertèbres sont placées, par rapport à la chorde, dans un plan oblique (voir fig. 4 et suiv.).

Le corps vertébral est bien développé ; de chaque côté, il donne naissance à un arc neural, qui se dirige en arrière jusqu'à la face externe du ganglion rachidien (*na*, fig. 24) et a un arc hémal très court, simple apophyse (fig. 24), à laquelle fait suite, dans la région dorsale, le cartilage costal (voir fig. 5, 6, 7). Dans la région caudale, les centres vertébraux sont encore séparés et placés symétriquement à gauche et à droite de la chorde, cependant, à des niveaux un peu différents (voir fig. 33). Nous avons vu plus haut que le nombre total des vertèbres s'élève à trente-huit.

Les myomères sont complètement différenciés et sont constitués par un paquet ovoïde de cellules musculaires, dont les noyaux sont tous disposés à la même hauteur vers le milieu de la hauteur (voir fig. 4).

Mais, au niveau de l'extrémité caudale, les myomères, bien dis-

tincts, quoique très petits, sont à un stade plus embryonnaire, en ce qu'ils possèdent, comme nous l'avons déjà dit, une plaque superficielle cellulaire, au centre de laquelle on trouve seulement quelques cellules différenciées.

SYSTÈME DIGESTIF.

La bouche a la forme d'une fente transversale à convexité supérieure, limitée latéralement et en dehors par les maxillaires supérieurs, encore largement séparés, et en dedans par les maxillaires inférieurs, qui se rejoignent en avant et en haut par une portion médiane présentant une échancrure antérieure limitée par deux mamelons latéraux. Du côté gauche, le maxillaire supérieur (*mx*, fig. 22) déborde le maxillaire inférieur ; au niveau de la commissure buccale, il chevauche sur le maxillaire inférieur, et la fente buccale se continue ainsi par une gouttière assez profonde, présentant la plus grande analogie avec les fentes branchiales. A son origine, c'est-à-dire au niveau de la commissure buccale (voir fig. 22), se présente un épaississement limité de l'épithélium qui rétrécit la lumière du canal. Cette prolifération épithéliale ressemble beaucoup à celle qui forme sur les fentes branchiales les parois du thymus. On peut se demander si l'on ne se trouve pas en présence du rudiment de la glande parotide. A droite, ce bourgeonnement épithélial existe encore mieux caractérisé ; mais ici, il n'y a pas chevauchement du maxillaire supérieur sur l'inférieur. Il serait intéressant de suivre le développement de cette glande parotide, qui n'a pas été, que je sache, l'objet de recherches approfondies.

La cavité buccale est peu élevée ; le maxillaire inférieur forme une saillie convexe qui s'applique dans la concavité de la voûte. Immédiatement à l'entrée de la bouche, cette voûte donne naissance au cæcum hypophysaire (*hy*, fig. 26 et 41) qui se dirige en haut. La paroi ventrale de ce cæcum forme, au niveau de son orifice buccal, un repli qui proémine dans le canal et en rétrécit considérablement l'ouverture. Ce repli entoure un espace creux qui se con-

tinue en haut autour du pédoncule optique et se présente sur les coupes (voir fig. 24) comme un anneau libre dans la cavité buccale. Il est disposé de telle manière qu'il semble dû à l'accroissement du pédoncule optique gauche, qui aurait refoulé en arrière et en bas la paroi ventrale de ce sac hypophysaire.

En ce qui concerne l'ouverture des fentes branchiales, je suis absolument opposé aux conclusions de His, déjà combattues par M. Fol, et j'admets avec ce dernier auteur qu'il y a soudure intime entre l'ectoderme et l'entoderme, et même pour les troisième et quatrième fentes branchiales, la lumière se continue sans interruption du pharynx jusque sur les côtés du cou. Je crois utile d'en donner une description aussi complète que possible, d'abord à cause des variations qui peuvent exister d'un embryon à l'autre, ensuite pour montrer les différences entre le côté droit et le côté gauche, résultant de l'asymétrie de notre embryon. C'est pourquoi j'ai exécuté un modèle en cire de la région à un grossissement de 70 diamètres.

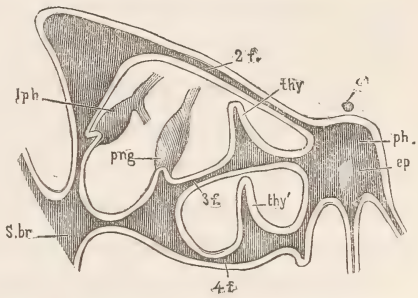


Fig. B. — Reproduction légèrement schématisée d'un modèle plastique des fentes branchiales du côté gauche. — Grossissement, 70 diamètres.

2 *f.*, deuxième fente branchiale ; *f.*, 3 troisième fente ; 4 *f.*, quatrième fente ; *sbr*, sillon commun où s'ouvrent toutes les fentes ou sillon *supra-cervical* ; *ph*, pharynx ; *ep*, épiglotte ; *gl. ph.*, ganglion du glosso-pharyngien dans lequel s'enfonce une invagination ectodermale ou *organe de Froriep ; png*, ganglion du pneumogastrique avec son *organe de Froriep ; thy*, thymus ; *thy'*, portion accessoire du thymus ; *ch*, chorde dorsale.

Fentes branchiales du côté gauche vues par leur côté inférieur et dorsal. — Les quatre fentes apparaissent les unes au-dessous des autres comme des gradins descendant de l'extrémité buccale vers l'orifice œsophagien. La figure B, faite d'après le modèle en relief et légèrement schématisé, représente les trois dernières fentes branchiales du côté gauche. La portion de la fente qui s'ouvre dans le pharynx est à peu près horizontale et constitue le gradin proprement

dit, tandis que la portion qui s'ouvre à l'extérieur est verticale et forme l'un des montants, l'autre étant la paroi du pharynx elle-même. La portion externe ou verticale est commune à toutes les fentes, sauf la première ; elle n'est autre que le sillon supra-cervical de His. Les portions internes et pharyngiennes des fentes ne sont pas aussi horizontales et parallèles que l'exigerait notre comparaison. Tandis que les fentes n°s 1, 2 et 4 sont légèrement inclinées de dedans en dehors et d'avant en arrière, la troisième fente, au contraire, est dirigée en sens inverse et vient se réunir à la quatrième fente, tout près de l'ouverture commune externe.

Du côté droit, les dimensions des fentes sont moins grandes qu'à gauche, et, en comparant les modèles plastiques faits dans les mêmes conditions, on reconnaît aisément que le côté droit est moins développé dans son ensemble et qu'il y a une atrophie relative. En outre, l'ouverture commune de la troisième et quatrième fente, au lieu de se jeter comme à gauche dans le même sinus que la deuxième fente, est au contraire distincte et située à un niveau plus dorsal (fig. 15, 3 *f*.). Décrivons maintenant séparément chacune des fentes, ainsi que le pharynx où elles prennent naissance.

La cavité pharyngienne n'est pas encore nettement séparée de la cavité buccale, avec laquelle elle se continue sans limites précises. La voûte présente une légère saillie sur la ligne médiane au niveau de la corde qui, sur une certaine longueur, déprime la paroi épithéliale dont elle est très rapprochée à ce niveau, sans que toutefois il y ait soudure (fig. 13 et 14). Son plancher se soulève un peu au-dessous de la première fente branchiale, en un mamelon peu saillant qui d'abord assez large se rétrécit bientôt et devient, au niveau de la deuxième fente, une crête conique qui se termine immédiatement au-dessus de l'ouverture du larynx. C'est là le rudiment de la langue, suivi de l'épiglotte déjà bien différenciée. Les deux sillons situés de chaque côté, à la base de l'épiglotte, se réunissent à la partie ventrale pour former la paroi antérieure du larynx et isolent ainsi son sommet qui devient libre dans la cavité pharyngienne (*ep*, fig. 13).

La cavité pharyngienne, d'abord large et aplatie à son origine, change brusquement de forme vers la base de la langue et devient à peu près quadrilatère. Les quatre angles de ce quadrilatère donnent naissance aux trois dernières fentes branchiales. De l'angle dorsal part une gouttière dirigée du côté de la bouche, gouttière qui devient de plus en plus profonde et se continue par la deuxième fente branchiale. C'est un élargissement latéral et en forme d'entonnoir aplati, dont le sommet se jette à angle droit dans la portion externe et verticale de la deuxième fente. C'est cet élargissement considérable sur les côtés qui donne à la partie céphalique de la cavité pharyngienne la forme aplatie déjà signalée (2 *f.*, fig. B et 15). A l'angle ventral du quadrilatère commencent deux gouttières, l'une pour la troisième et l'autre pour la quatrième fente branchiale. A partir de leur origine commune, à peu près au niveau de l'épiglotte, elles se dirigent toutes deux en arrière. Mais, tandis que la gouttière de la troisième fente est à peu près horizontale (3 *f.*, fig. B et 11), celle de la quatrième fente est verticale (4 *f.*, fig. B et 10) et en continuité directe avec la cavité pharyngienne, qui à ce niveau prend sur les coupes une forme caractéristique de fer à cheval, due à la présence du bourrelet médian sur lequel s'ouvre la trachée, ou, autrement dit, la *furcula* de His. Chacune de ces gouttières envoie du côté buccal un diverticulum (*thym*, fig. B, 13 et 14), à lumière étroite et elliptique, à parois d'égale épaisseur. Il résulte en réalité de l'atrophie progressive de la portion pharyngienne de la gouttière. En raison de la disposition même des fentes branchiales, le diverticulum de la quatrième fente est situé sur un plan antérieur et plus en dedans par rapport à celui de la troisième fente; mais ces deux formations sont parallèles, naissent de la même manière sur la fente branchiale et ont une structure identique. Celle qui dépend de la troisième fente, un peu moins volumineuse que l'autre, serait le thymus; tandis que, d'après M. de Meuron[1], la quatrième fente four-

[1] P. de Meuron, *Développement du thymus et de la glande thyroïde* (*Recueil zool. suisse*, t. III).

nirait la portion accessoire de la glande thyroïde. Je ne suis pas en mesure de vérifier le fait; mais quelle que soit la destinée ultérieure de la dernière, il me semble impossible de ne pas la considérer, d'après les caractères énoncés, comme étant absolument homologue de l'autre.

A l'extrémité dorsale et inférieure, ces deux gouttières branchiales se continuent chacune par un canal recourbé qui aboutit dans un vaste sinus commun de forme triangulaire et à parois épaisses (*sbr*, fig. B et 10). C'est à l'angle dorsal de ce sinus que la troisième fente (3 *f.*) commence par un conduit étroit à lumière continue; l'angle ventral se continue par la quatrième fente très étranglée en son milieu, où les parois épithéliales s'accolent intimement; l'angle externe communique par un court détroit avec le sinus supra-cervical. L'angle dorsal donne aussi naissance à un diverticulum à parois épaisses, qui va s'enfoncer en arrière et en bas dans l'épaisseur des ganglions du pneumogastrique, où son extrémité libre est complètement entourée par les éléments nerveux. Mais il n'y a pas là seulement un simple contact : les fibrilles nerveuses pénètrent entre les cellules épithéliales et il y a continuité des unes aux autres (*Fr.*, fig. B et 9). Froriep a déjà décrit cette formation chez des embryons du bœuf, et l'a considérée comme un organe des sens rudimentaire[1]. Il est certain que, si l'on compare par exemple le mode de formation de l'otocyste et la manière dont il entre en relation avec le ganglion auditif à cette invagination ectodermale dans le ganglion du nerf vague, on est frappé de la ressemblance qui existe entre ces deux processus, d'autant plus que le ganglion acoustique peut être considéré comme faisant partie de la racine postérieure du nerf facial.

Au point où le sinus, commun aux deux dernières fentes branchiales, s'ouvre dans le sillon supra-cervical, celui-ci devient plus profond et arrive au contact du ganglion glosso-pharyngien. Là il se recourbe et se termine en un petit cul-de-sac tout à fait libre, en

[1] A. Froriep, *Ueber Aulagen von Sinnesorgan, etc.* (*Archiv für Anat. und Physiologie*, 1885.)

arrière et au-dessous du ganglion. De même que pour le pneumogastrique, les cellules ectodermiques ne présentent aucune ligne de démarcation avec les éléments ganglionnaires (*Fr.*, fig. B et 12). Ces connexions nerveuses avec l'ectoderme ont été, depuis Froriep, constatées dans d'autres embryons de mammifères, mais jusqu'ici on ne les avait pas décrites chez l'homme; il serait à souhaiter qu'on en fît une étude complète et comparée, dans le but d'en déterminer la signification exacte.

Immédiatement au-dessus de l'organe de Froriep, le sillon supracervical rencontre l'extrémité ventrale et inférieure de la deuxième poche branchiale, avec laquelle il se soude d'une façon intime, sans que toutefois la lumière du canal soit continue. Cette deuxième poche branchiale mérite à juste titre ce nom, car c'est une vaste cavité de forme triangulaire qui, à sa base, communique à angle droit avec le pharynx. L'ensemble peut être comparé à un fer à souder (voir 2 *f.*, fig. B et 15). Le manche, à peu près horizontal, est un prolongement du pharynx : nous l'avons déjà décrit plus haut. La tête verticale, qui est la deuxième poche branchiale proprement dite, se continue par son angle antéro-inférieur dans le sillon supracervical ; elle présente une légère torsion sur son axe. Du reste, toutes les fentes branchiales ont trajet sinueux, qu'il serait difficile de se représenter sans une reproduction plastique de la région. Comme l'a déjà dit M. Fol, ce sont de véritables palettes d'hélice.

Pour rendre plus compréhensible la disposition des trois dernières fentes branchiales, nous les avons réunies dans un même dessin schématique, qui donne de la réalité une idée aussi exacte que possible (fig. B).

La première fente (1 *f.*, fig. 19) branchiale est beaucoup moins compliquée que les autres. C'est un simple prolongement du pharynx, qui se recourbe du côté dorsal et vient buter contre l'ectoderme auquel il se soude. Du côté droit, cependant, l'entrée de cette fente est marquée par un rétrécissement sensible à l'origine de la cour-

bure. Cette fente donne naissance à la trompe d'Eustache et à l'oreille moyenne.

Une invagination de l'ectoderme, vis-à-vis de la courbure, est destinée au conduit auditif externe (*or*, *e*, fig. 21). Déjà, dans l'embryon de M. Fol, l'arc hyoïdien est divisé par un léger sillon vertical. Ici, ce sillon est transformé en une gouttière assez large qui s'enfonce presque jusqu'au contact de la première fente. Le nerf facial la contourne en bas pour descendre dans l'arc hyoïdien : ce rapport confirme la signification que nous avons donnée à cette invagination ectodermique, limitée par des bourrelets déjà assez distincts.

En avant du plancher du pharynx, vis-à-vis de la première fente branchiale, on trouve à cheval sur le bulbe aortique, au point précis où sa branche droite va fournir les arcs aortiques, un cordon épithélial transversal qui se recourbe en avant sur les côtés. C'est la glande thyroïde, dont les cellules ont déjà subi de grandes modifications (*tr*, fig. 18 et 41). Non seulement je n'ai pas trouvé le cordon de cellules qui, d'après His, unirait cette glande à la langue, mais je n'ai pu constater sur mon embryon aucun des faits que l'auteur allemand décrit sur son embryon *Pr*, à peu près de même âge que le mien. D'après lui, il existerait sur le plancher de la bouche, en dessous de la langue, une masse de cellules compactes qu'il désigne sous le nom de *Sublingualplatte*, et au-dessous une cavité (Sublingualhöhle) qui, d'après lui, serait une portion détachée secondairement de la cavité péricardique, désignée par lui sous le nom de *parietalhöhle* (voir t. III, p. 75, fig. 54 de son mémoire). J'ai en vain cherché à retrouver quelque chose pouvant se rapporter à sa description : je n'ai pu y réussir. Il existe, il est vrai, vers la base de la langue, une masse cellulaire compacte et pyriforme dont la grosse extrémité repose sur les artères pulmonaires, tandis que le sommet est tourné vers la langue (voir fig. 14). Cette masse provient de la paroi antérieure du larynx, et se prolonge en avant sur une dizaine de coupes : elle semble partagée en son milieu par une ligne de cellules situées dans le même plan que l'épithélium du larynx.

Immédiatement au-dessous de l'épiglotte, on trouve une gouttière infundibuliforme, limitée par deux bourrelets latéraux. Dans le fond de cette gouttière, les parois épithéliales sont soudées, et l'orifice de la trachée est situé beaucoup plus bas (voir fig. 10, 11 et 12).

La trachée courte et large se dirige en avant, puis se recourbe en arrière et se divise en deux branches qui croisent l'œsophage et se terminent par plusieurs lobules. La branche droite descend un peu plus bas que la gauche, mais possède un moins grand nombre de lobules. Au point où la trachée se recourbe, elle envoie en avant et en haut un léger diverticulum, vestige de la poche de la glotte maintenant obturée par soudure de l'épithélium (voir fig. 41, où cette partie est pointillée).

Les lobules pulmonaires sont de simples dilatations en cul-de-sac des bronches, et offrent le même épithélium cylindrique. En se ramifiant, ces extrémités des bronches refoulent le mésoderme, qui se moule exactement sur elles. En même temps, ce mésoderme se sépare, en arrière et en bas, de celui qui entoure l'œsophage et qui le suspend à la paroi dorsale (voir fig. 9, 10 et 11).

L'œsophage (*œ*, fig. 7 et 41) est séparé de l'ouverture de la trachée par une saillie médiane de sa paroi antérieure, qui s'élève comme une valvule incomplète en haut et sur les côtés (fig. 8).

Non loin de son origine, il se renfle légèrement, et, après avoir décrit une courbe à concavité antérieure, il s'incline vers le côté gauche pour se jeter dans l'estomac. Celui-ci (*st*, fig. 14 et 41) affecte déjà une forme caractéristique avec ses deux courbures bien accentuées et sa vaste cavité terminée par deux orifices étroits. A gauche, il n'est pas encore débordé par le foie, qui ne recouvre que son extrémité supérieure. En même temps qu'elle se porte à droite, l'extrémité pylorique se dirige du côté ventral, et là se continue par l'anse duodénale dans le plan médian antéro-postérieur. La concavité de cette anse est tournée en arrière, et renferme dans son intérieur les rudiments du pancréas, ainsi que le canal cholédoque. Jusqu'ici, tous les auteurs ont répété, d'après les recherches de Kölliker et

de His, que le pancréas chez l'homme provient d'un diverticulum unique du tube digestif ; dans ce cas, la présence d'un conduit accessoire ne pouvait s'expliquer que par la division du conduit primitif. Chez le lapin, d'après Kölliker, le canal principal, à peine né, se divise en deux rameaux s'ouvrant par deux orifices distincts.

D'après le même auteur, dans l'embryon humain de quatre semaines, il y a un canal excréteur simple et creux, pourvu, latéralement et à son extrémité amincie, de sept canaux latéraux sinueux.

His arrive au même résultat ; sa description et ses figures ne laissent aucun doute à cet égard. Meckel dit « que, dans le troisième et le quatrième mois, le canal de Wirsung s'abouche, en haut et à gauche, dans la portion descendante du duodénum ; le canal cholédoque, au contraire, en bas et à droite ; dans le cinquième mois, les canaux sont placés côte à côte ». D'après cela, non seulement le conduit accessoire résulterait d'un dédoublement du canal de Wirsung, mais encore celui-ci se déplacerait de haut en bas, pour venir s'unir au canal cholédoque.

Toutes les descriptions précédentes sont erronées en ce qui concerne le pancréas de l'homme. Voici ce que j'ai observé sur mon embryon : Deux ébauches séparées forment les rudiments de cet organe : l'une correspond au conduit accessoire de l'adulte, l'autre au canal de Wirsung. La première naît de la paroi latérale du duodénum, un peu au-dessus du canal cholédoque, par un infundibulum dont le sommet se continue par une lumière très étroite, dans un canal qui se recourbe en haut et à gauche. Sur ses parois, épaissies, des bourgeons latéraux sont disposés sur deux ou trois rangs, comme les lobules d'une glande en grappe rudimentaire (*pas*, fig. 20 et 41). Son extrémité supérieure se termine par un cæcum cylindrique, à lumière beaucoup plus large, et sans aucune division en lobes latéraux (*pas*, fig. 16). La deuxième portion du pancréas, moins volumineuse que la précédente, est en relation intime avec le canal cholédoque (*pai*, fig. 19 et 41). Celui-ci sort de la paroi dorsale de l'intestin par un canal régulier, à épithélium cylindrique élevé. Après un court

trajet en arrière et à droite, il se bifurque en deux : la branche droite se recourbe en avant et s'accole à la face inférieure du foie, auquel elle fournit le réseau des canalicules hépatiques ; la branche gauche continue son chemin en arrière et en haut et se divise en bourgeons latéraux, de la même manière que le rudiment pancréatique supérieur. Entre l'ouverture du canal de Wirsung et l'origine du canal pancréatique accessoire, l'intestin est comme étranglé, et sa lumière est réduite à une fente étroite.

Il y a donc, au début, deux pancréas distincts : l'un supérieur, plus volumineux, dont le canal excréteur deviendra le conduit accessoire du pancréas de l'adulte ; l'autre, inférieur, plus petit, qui correspond au canal de Wirsung. Ces deux glandes embryonnaires sont plongées dans la masse de mésoblaste qui enveloppe le duodénum, et sont complètement séparées par la veine porte, qui passe entre les deux, pour se jeter dans le sinus inférieur du foie (*v*, *p*, fig. 19). Quelle est de ces deux portions celle qui se développe la première ? Si l'on se reporte au travail de M. Fol, on reconnaîtra aisément que c'est la portion gauche supérieure qui apparaît en premier lieu. D'autre part, il y a eu une sorte de torsion de l'intestin, qui a modifié la position primitive des orifices. Cl. Bernard est le seul auteur qui ait signalé la bifidité du pancréas à l'état fœtal[1]. Cette bifidité persiste quelquefois à l'état adulte [2].

Cette portion supérieure du pancréas est en rapport, par sa face supérieure, avec une portion de la cavité péritonéale, de formation récente, et qui deviendra l'arrière cavité des épiploons. Nous reviendrons, plus loin, sur son origine. L'intestin grêle (*i*, fig. 41) décrit une courbure inverse de celle du duodénum, et sa concavité est dirigée en avant et en haut. Situé dans la portion droite de la cavité péritonéale, il est suspendu à l'extrémité libre du mésentère, qui s'incline fortement vers la droite. A sa gauche cheminent deux vaisseaux volumineux : l'un en avant, c'est la veine vitello-intestinale,

[1] Cl. Bernard, *Physiologie opératoire*, p. 578.
[2] Mathias Duval et Morel, *Anatomie descriptive*.

origine de la veine porte (*vp*, fig. 26, 28 et 39) ; l'autre en arrière, c'est l'artère vitello-intestinale (*avi*, fig. 23 et 40). La partie inférieure de l'anse s'avance, en avant, dans l'intérieur du cordon ombilical, où elle flotte librement dans la cavité péritonéale. Là elle se recourbe brusquement, en formant une boucle, pour descendre du côté gauche et décrire une nouvelle courbe à concavité antérieure. Au sommet de la boucle ainsi formée, la lumière de l'intestin, jusque-là très étroite, se dilate et présente une faible dépression, qui est l'origine du cæcum (*cœ*, fig. 42). Un peu avant cette dilatation, du côté droit de la boucle, on voit sortir le canal vitellin (*vi*, fig. 41 et 42), qui se prolonge, en avant, dans l'intérieur du cordon ombilical, où il est accompagné par les vaisseaux vitellins. Le prolongement de la cavité péritonéale entoure complètement ce pédicule vitellin, qui se distingue aisément du reste du cordon. Au moment où le canal vitellin s'échappe, à droite, du cordon ombilical, pour se jeter dans la vésicule ombilicale, le prolongement du cœlome l'accompagne pour entourer cette dernière (voir fig. 34).

La partie terminale de l'intestin occupe, sur la ligne médiane, le bord libre d'un mésentère épais et suit la courbure générale de l'embryon. La disposition de l'extrémité cloacale ne ressemble en rien aux figures qu'en a données His. Déjà la poche cloacale est étranglée en bas, et le rectum ne communique plus que par un orifice étroit avec la partie antérieure, qui est le rudiment de la vessie. Celle-ci (fig. 28, 41, 42, *ves*) a la forme d'une pyramide triangulaire, dont le sommet aplati se continue par le canal allantoïdien. La paroi postérieure concave embrasse le rectum. Les angles postérieurs correspondent à deux gouttières latérales, d'où naissent les uretères et les canaux de Wolf. L'arête antérieure s'émousse et se soude avec l'invagination ectodermique, qui, sur une assez grande longueur, forme un bouchon épithélial partagé par une gouttière médiane superficielle (*inva*, fig. 42). Au-dessous de la communication du rectum avec la vessie, l'intestin se prolonge sur un court espace ; c'est là un reste de l'intestin postanal, beaucoup plus développé chez les

embryons plus jeunes. L'ouraque (*ou*, fig. 27, 41, 42) naît du sommet de la vessie par un canal étroit, à parois relativement épaisses. Il ne tarde pas à se dilater considérablement, et ses parois minces se plissent légèrement (*ou*, fig. 30). Il continue son trajet dans le cordon, jusqu'à l'allantoïde.

Le canal vitellin commence comme un prolongement de l'intestin, dont la lumière, très étroite, est limitée par un épithélium de même nature que celui de l'intestin (*vi*, fig. 27 et 41). Bientôt ce canal change complètement d'aspect : il s'élargit, et son épithélium se modifie considérablement. Les cellules épithéliales, d'abord petites et serrées comme dans l'intestin, deviennent volumineuses et sont moins fortement colorées par le carmin. Le noyau a doublé et même triplé de volume ; il est devenu vésiculeux, clair, et renferme deux et quelquefois trois nucléoles. Sa membrane d'enveloppe, épaisse, est très réfringente. La cellule qui le contient, devenue très grande, est aussi vésiculeuse, avec des granulations protoplasmiques éparses. Elle est limitée par une membrane d'enveloppe épaissie, qui, du côté de la lumière du canal, constitue, en se réunissant avec celles des cellules voisines, un véritable plateau. Très souvent, la même cellule renferme deux et même trois noyaux plus petits. Quelques-unes, plus rares, contiennent un grand nombre de petits noyaux serrés les uns contre les autres, véritables cellules à noyaux multiples. Cette disposition est loin d'être uniforme dans toute la longueur de ce canal. En certains points, ces cellules épithéliales sont tellement nombreuses, qu'elles obstruent la lumière du canal ; en d'autres, le canal est très large, mais il renferme en son milieu un amas de cellules, qui ressemble, à s'y méprendre, à des globules sanguins. Frappé de ce fait, j'ai recherché s'il n'y aurait pas eu une rupture accidentelle et si le sang n'aurait pas pénétré des vaisseaux vitellins dans le canal qu'ils entourent. N'ayant pas trouvé de communication avec les vaisseaux, j'ai voulu me rendre compte de leur origine exacte. Tout d'abord, j'ai remarqué que le plateau épithélial n'existe plus à ce niveau et que les cellules, largement ouvertes, ont pour

ainsi dire vidé leur contenu dans la cavité. Aussi retrouve-t-on les mêmes caractères optiques dans les noyaux devenus libres et dans ceux qui sont encore contenus dans les cellules épithéliales : une zone épaissie, très réfringente, limitant une vacuole, au centre de laquelle persiste un nucléole unique. Ces noyaux sont, en grande partie, libres au milieu des granulations protoplasmiques ; quelques-uns cependant possèdent une zone cellulaire bien limitée, et ressemblent à de jeunes globules sanguins.

Ce sont peut-être là des phénomènes de dégénérescence en rapport avec l'évolution régressive de la vésicule ombilicale.

Foie. — Le foie constitue une masse volumineuse, qui soulève les parois abdominales et qui fait saillie sur les côtés du corps. Il se compose de deux lobes : l'un droit, l'autre gauche, qui, séparés en arrière par le tube intestinal, se réunissent, en avant de lui, en une masse unique quadrilatère, sur laquelle repose le cœur. Sa face supérieure est inclinée vers la droite, et son bord supérieur gauche se rapproche beaucoup plus que le droit du contour extérieur de la tête. Cela résulte de la proéminence du cœur vers la droite et de l'inclinaison de la tête à gauche (voir pl. XV, XVI).

Le lobe gauche est relativement petit : il ne se développe que faiblement en arrière ; il ne dépasse plus l'estomac qui reste en grande partie visible sur une vue de profil (voir fig. 41). Le lobe droit est énorme et descend beaucoup plus bas que le lobe gauche. C'est à lui qu'aboutit le canal cholédoque et qu'arrivent la veine porte et la veine cave. Il est maintenu en arrière par un gros repli mésentérique au bord duquel monte la veine cave inférieure (*c*, fig. 14 et 38).

A sa face supérieure, le foie est séparé du cœur par une lame mésodermale à laquelle il est suspendu : c'est le diaphragme primitif (*d*, fig. 21).

Nous reviendrons plus loin sur sa disposition, à propos de la cavité pleuro-péritonéale ; mais auparavant, parlons de la constitution histologique du foie.

Texture du foie.— Des parois du canal cholédoque (*bi*, fig. 21) dérivent par prolifération active les cylindres hépatiques primitifs; ce sont des bourgeons pleins de l'épithélium qui se ramifient et s'anastomosent entre eux pour former un réseau à mailles polygonales occupées par les vaisseaux sanguins.

J'ai constaté, d'accord en cela avec Kölliker, qu'il n'y a pas de lumière dans les cylindres hépatiques primitifs. Ce fait pourrait être mis sur le compte du durcissement, mais je ferai remarquer cependant que des tubes à lumière très étroite, comme ceux du pancréas, ont conservé le canal central. D'un autre côté, sur les coupes transversales des tubes hépatiques, les cellules n'occupent pas seulement la zone périphérique; on rencontre constamment une ou deux cellules centrales; ces cellules sont au nombre de quatre à huit, suivant la dimension du tube. Elles n'offrent pas de limites distinctes et les noyaux sont plongés dans une masse protoplasmique commune, granuleuse et colorée en rose par le carmin. Ces noyaux sont très caractérisés; ce sont des vésicules claires réagissant comme des vacuoles; le plus souvent, il y a deux nucléoles très réfringents et bien colorés. Les uns sont petits, arrondis, souvent accolés deux à deux; d'autres plus volumineux, ovalaires; quelques-uns sont repliés sur eux-mêmes en fer à cheval.

Comment se transforment les réticules hépatiques des cylindres primitifs, en la charpente des cellules hépatiques de l'adulte?

Cette question a fait l'objet de nombreuses recherches de la part de Toldt et de Zuckerland[1]. Ces auteurs admettent que les cylindres hépatiques sont tubulés pendant toute la durée de la vie fœtale : ce n'est qu'après la naissance qu'ils se transformeraient peu à peu et par allongement en séries simples de cellules hépatiques.

J'ai à mon tour recherché si, dans certains points, il n'existerait pas déjà une différenciation pouvant mettre sur la voie des transformations des cylindres hépatiques. Voici ce que j'ai observé :

[1] Kölliker, *Embryologie.*

En certains points nodaux du réseau hépatique, il existe comme des renflements où les cellules hépatiques sont beaucoup plus nombreuses.

Plusieurs de ces amas de cellules présentent des caractères différents de ceux des tubes proprement dits. D'abord les cellules nettement distinctes ont une forme polyédrique, elles ont une tendance à se dissocier, et des espaces intercellulaires étroits apparaissent. En outre, leurs granulations, devenues plus grosses et foncées, masquent le noyau. Dans quelques-unes cependant le noyau est visible, mais il n'est plus vésiculeux ; il est arrondi, plus petit et très réfringent en même temps qu'il est coloré par le carmin. En recherchant la distribution de ces amas cellulaires ainsi modifiés, nous avons reconnu qu'ils étaient assez nombreux dans le lobe gauche, très rares, au contraire, dans le lobe droit du foie. Un de ces amas est très volumineux et occupe la partie postérieure du lobule gauche au centre duquel il forme un noyau ovoïde de 6 dixièmes de millimètre de long, sur 5 de large et 5 d'épaisseur.

Son bord externe est presque accolé à la face externe du foie, et il est entouré par les canalicules qui viennent se dissocier pour le former. On peut observer en certains points la continuité et la transition insensibles des cellules des canalicules avec celles de ce noyau.

Les cellules granuleuses que nous avons décrites plus haut sont ici bien dissociées et nettement distinctes, et çà et là on trouve entre elles de rares globules sanguins.

Quelques-unes de ces cellules ainsi dissociées deviennent-elles des globules sanguins? La méthode employée pour nos préparations ne nous a pas permis de résoudre cette question. Mais ce qui est certain, c'est l'existence de ce lobule hépatique en voie de formation avec sa masse de cellules différenciées et ses cylindres hépatiques périphériques dont quelques-uns montrent déjà un indice de canalisation.

La formation des rangées de cellules hépatiques de l'adulte serait

donc due à une transformation de cylindres primitifs. Une prolifération active produit en certains points nodaux des bourgeons proéminents. Par suite de modifications intimes, les cellules qui les composent augmentent de volume, se dissocient et deviennent libres dans les mailles du réticule primitif. En se réunissant, ces amas cellulaires, entre lesquels persistent encore quelques interstices occupés par le sang, forment un lobule primitif entouré de tous côtés par les cylindres hépatiques non encore modifiés avec lesquels les cellules du lobule sont en continuité.

Cavité pleuro-péritonéale. — En arrière, la cavité pleuro-péricardiaque communique largement avec la cavité péritonéale (voir fig. 9 et 13, *p p p*) par des conduits sinueux. A ce niveau, en effet, le diaphragme n'existe pas encore, et les lobules pulmonaires sont en contact direct avec la face interne des lobes du foie qui est complètement libre à ce niveau.

Cependant, un repli mésodermal, à la base duquel chemine le nerf phrénique (voir *nd*, fig. 12 et 13), s'enfonce entre les deux organes. C'est ce repli qui, immédiatement en avant des poumons, se réunit à la masse mésodermique qui les enveloppe, ainsi que l'œsophage (voir fig. 15) pour former le diaphragme primitif. Les portions droite et gauche de ce diaphragme sont inclinées de dehors en dedans et se réunissent comme les deux branches d'un V ouvert en haut (voir fig. 16). La portion gauche donne attache par une grande partie de sa face inférieure au lobe gauche du foie. La portion droite est traversée de bas en haut par le sinus sus-hépatique qui va se jeter dans le sinus de Cuvier. En avant du sinus hépatique, les deux lobes du foie se réunissent et le diaphragme s'étend en ligne droite d'un côté à l'autre. Depuis la racine de l'estomac jusqu'à l'origine de l'intestin grêle, le mésoderme, dans lequel sont plongés l'intestin, le pancréas, le canal cholédoque, ainsi que la veine porte et la veine cave, s'étend depuis l'aorte jusqu'au foie comme une cloison épaisse qui sépare en deux compartiments, droit et gauche, la cavité péritonéale.

A partir de l'intestin grêle (voir fig. 22), cette cloison reste libre en avant et les deux portions de la cavité péritonéale communiquent librement. Ce *mésentère stomacal* mérite une description spéciale, en raison de la présence dans son intérieur d'une fente qui deviendra plus tard l'arrière-cavité des épiploons (*r p p*, fig. 14).

Pour se rendre compte du mode de formation de cette fente, il faut remonter au développement du foie. C'est dans l'épaisseur de la lame fibro-intestinale que l'organe apparaît en avant dans un renflement spécial de cette lame que les recherches de Kölliker ont mis en évidence ; ce *renflement hépatique* de la lame fibro-intestinale est soudé en haut à la lame pariétale pour constituer le diaphragme. Le lobe droit du foie s'accroît rapidement en arrière dans l'épaisseur de la lame fibro-intestinale, et vient se loger dans une gouttière dorsale entre le corps de Wolf et la paroi du corps. En haut il arrive au contact des lobules pulmonaires. Le lobe gauche, au contraire, pour ainsi dire rudimentaire, n'occupe qu'une faible portion de la lame fibro-intestinale en avant de l'estomac (voir fig. 15, 16 et 17).

Le lobe droit est donc suspendu au mésentère, à droite de l'estomac, par une large surface d'attache qui s'étend depuis l'aorte en arrière jusqu'au diaphragme en avant (voir fig. 12 à 18). C'est par ce ligament hépatique que la veine cave inférieure (*c*, fig. 14) pénètre dans l'organe en haut et à un niveau inférieur, le canal cholédoque avec la veine porte (voir fig. 19 et 21). Comme il est facile de le voir sur les figures, l'estomac ne peut se développer que du côté gauche dans l'espace laissé libre par le lobe gauche du foie. En se portant ainsi en avant et à gauche, il exerce sur le mésentère une traction qui, en raison de la résistance qu'oppose le lobe droit du foie, produit dans l'épaisseur de la lame fibro-intestinale une fente parallèle à la courbure de l'intestin (voir *r p p* , fig. 13, 14).

Cette fente commence en haut par une lumière étroite (fig. 12), s'agrandit à mesure que l'on descend et que l'estomac se dévie davantage, puis se termine par un cul-de-sac en forme de croissant au niveau du pylore (voir *r p p*, fig. 20). Cette fente partage le mésen-

tère en deux lames, une gauche épaisse, qui contient l'intestin et suit toutes ses déviations, et une droite très mince, qui s'accole à la face interne du lobe hépatique. Cette fente serait complètement indépendante de la cavité péritonéale, si les deux lames mésentériques restaient intactes. Mais par suite de la déviation progressive de l'estomac vers la gauche, la lame gauche est de plus en plus tirée à gauche, tandis que la lame droite, distendue par l'énorme développement du foie, finit par se rompre au point de moindre résistance, entre le point d'attache du foie à l'intestin d'une part, et à la région dorsale de l'autre ; entre le canal cholédoque et la veine porte en avant et la veine cave en arrière. C'est là, en effet, que l'on retrouve chez l'adulte l'hiatus de Winslow (*h w*, fig. 16).

Cette scission du mésentère et la cavité secondaire qui en résulte a lieu à peu près de la même manière chez les Sélaciens, et si l'on compare ce qui se passe chez l'homme avec ce que j'ai décrit dans l'embryon d'Acanthias vulg. (thèse de Paris, 1885), on verra qu'il y a une grande analogie entre les deux formations. Cependant ce mode de formation de l'arrière-cavité des épiploons, quoique très vraisemblable, puisqu'il a lieu chez les Sélaciens, reste toutefois à l'état d'hypothèse chez l'homme, et il faudrait, pour résoudre la question, l'étudier sur des embryons beaucoup plus jeunes.

Rate. — Au-dessus du pancréas supérieur, on voit dans la lame gauche du mésentère stomacal un renflement volumineux qui se moule dans une dépression du corps de Wolf (voir fig. 13, *sp*). C'est une masse de cellules très condensées, limitée du côté de la cavité péritonéale par une double et même triple rangée de cellules épithéliales cylindriques; c'est là un caractère particulier qui ne se montre pas à la surface péritonéale des autres organes. En certains points, cet épithélium s'invagine dans la masse cellulaire sous-jacente. Celle-ci est divisée par un réseau à très larges mailles de cellules à prolongements hyalins, homogènes, très réfringents. On trouve en certains points nodaux de ce réseau un globule sanguin nucléé occupant l'espace triangulaire élargi de ce point nodal. Il est facile

de reconnaître dans ces caractères ceux que M. Ranvier a assignés depuis longtemps déjà aux cellules vaso-formatives.

Un peu plus près du pancréas, les vaisseaux deviennent plus nombreux et forment un riche réseau autour de cylindres cellulaires compacts.

SYSTÈME CIRCULATOIRE.

Le cœur est volumineux et la masse charnue du ventricule en constitue la partie la plus importante. Son axe est dirigé parallèlement au contour de la tête et incliné vers la droite, de telle sorte que la pointe fait une saillie prononcée de ce côté. Cette saillie résulte encore de ce que la tête est fortement inclinée du côté gauche : son extrémité frontale se moule, pour ainsi dire, par sa concavité ventrale sur l'extrémité du ventricule. Aussi, le cœur est-il en partie masqué, à gauche, par le bourgeon frontal et les arcs maxillaires, tandis qu'à droite il est complètement dégagé (voir pl. XVII, XVIII, fig. 38 et 39).

La cavité du ventricule est divisée par une cloison épaisse et verticale (*spt. v.*, fig. 40), en deux parties : une droite, moins grande, à parois moins épaisses; c'est le futur ventricule droit. Il est nettement séparé du ventricule gauche par un étranglement correspondant à la cloison. La cavité aplatie, en forme de croissant, entoure en avant et en haut le ventricule gauche, et se prolonge directement dans le bulbe, qui n'est, à proprement parler, que la continuation de ce ventricule droit (fig. 24, *v. d.*).

Le ventricule gauche (*vs.*, fig. 24) présente une cavité arrondie correspondant au contour extérieur de l'organe. Derrière le bord libre de la cloison interventriculaire, cette cavité communique avec le ventricule droit et le bulbe par un orifice ovalaire limité par un bourrelet épais et saillant. L'étranglement de la paroi ventriculaire qui produit la cloison est incomplet à ce niveau, et l'orifice ainsi produit n'est autre que l'orifice aortique (*sig*, fig. 40 et fig. C et D) : si l'on considère l'origine de l'artère coronaire immédiatement au-

dessus et en avant de cet orifice, il est évident que les valvules sigmoïdes se développent aux dépens de ce bourrelet aortique. Comment s'effectue la séparation des deux sangs? Le mécanisme en a été très bien décrit par His. Cependant, il n'est pas aussi simple que le dit cet auteur. Dans notre embryon, le phénomène est à son début, et il est facile de comprendre dès lors comment les choses se passeront. Comme nous venons de le dire, l'orifice aortique s'ouvre dans la paroi postérieure du bulbe et du côté gauche. La gouttière atrio-ventriculaire droite s'ouvre immédiatement au-dessus et à droite. Pour séparer l'un de l'autre le sang qui arrive par ces deux orifices, il suffit d'une cloison qui partage en deux compartiments la cavité du bulbe en passant entre les deux ouvertures. C'est en effet ce qui se produit et que j'ai cherché à représenter dans la figure demi-schématique ci-jointe (fig. C).

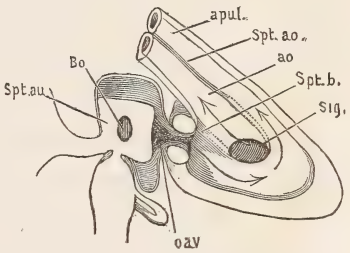


Fig. C. — Profil du côté droit du cœur pour montrer la manière dont s'opère la séparation du bulbe en deux canaux, l'un pour l'aorte, l'autre pour l'artère pulmonaire. Un peu schématique.

Spt. au, cloison des oreillettes ; *Bo*, trou de Botal ; *oav*, orifice atrio-ventriculaire droit ; *sig*, orifice sigmoïde de l'aorte ; *spt. b*, septum bulbo-ventriculaire ; *spt. ao*, septum aorticum ; *ao*, aorte ; *a. pul.*, artère pulmonaire.

Cette cloison est le résultat d'un étranglement qui sépare le bulbe du ventricule droit. Elle naît de la paroi antérieure du ventricule droit, immédiatement en face de l'orifice atrio-ventriculaire, avec la lèvre antérieure duquel elle s'unit (*spt. b*, fig. 23, 39 et C). De là, elle descend dans la direction de l'orifice aortique, pour se souder plus tard avec son bord postérieur. Quoique la coalescence ne soit pas encore effectuée, elle empêche déjà d'une façon notable le mélange des deux sangs. Mais, au-dessus de cette cloison incomplète, le bulbe aortique est encore une cavité unique ; cependant, on y distingue deux gouttières séparées par un rétrécissement médian : une antérieure et à gauche, et l'autre postérieure à droite. Cette cavité aplatie comme un ruban, avec des gouttières latérales, est disposée de telle sorte qu'elle se contourne en hélice, de

haut en bas ; le bord droit d'antérieur devient postérieur à son entrée dans le cœur, et le bord gauche se contourne en sens inverse. Ces deux gouttières latérales, complètement transformées en canal, en haut, à la naissance des arcs aortiques, ne sont, en bas, séparées que par un étranglement. On peut suivre, de haut en bas, le bourrelet de cellules différenciées qui produit l'étranglement et qui formera *Septum aorticum*. C'est ce dernier qui, en se soudant au bord de l'orifice aortique, complètera la séparation du bulbe en deux canaux, l'un pour l'aorte, l'autre pour l'artère pulmonaire (*spt. ao.*, fig. 13 et 19). Le cloisonnement s'effectue donc en deux temps : séparation du ventricule droit et du bulbe proprement dit, par un étranglement de la paroi antérieure d'où résulte une cloison qui s'insère, d'une part, à la lèvre postérieure de l'orifice aortique, et, d'autre part, à la lèvre antérieure de l'orifice atrio-ventriculaire, c'est le septum bulbaire (*spt. b.*, fig. C, 23 et 39). Celui-ci se forme de haut en bas et se réunit en bas, à la première cloison, en contournant le bord antérieur de l'orifice aortique (voir fig. B). (La manière dont le cloisonnement s'achève est indiquée en pointillé.) Supposons que ce septum aortique, qui est relativement beaucoup moins développé que l'autre, reste incomplet et ne se réunit pas entièrement à la lèvre de l'orifice aortique, il persistera une communication entre l'aorte et l'artère pulmonaire, un véritable *pertuis de Panizza*.

Oreillettes. — Quoique communiquant encore largement entre elles, les deux oreillettes sont très nettement distinctes. Celle du côté gauche est la plus grande ; elle est ovalaire et à grand diamètre antéro-postérieur. Celle de droite, au contraire, a son grand axe vertical (fig. 38 et 39). L'oreillette gauche repose par son extrémité antérieure sur le ventricule gauche. L'oreillette droite envoie en avant un léger diverticulum couché dans la dépression qui sépare le bulbe du ventricule droit (*aud.*, fig. 21).

Vues dans leur ensemble, elles constituent un sac unique étranglé en son milieu. Deux dépressions profondes résultent de cet étranglement : une supérieure dans laquelle repose le bulbe aortique, et

une inférieure occupée par le *sinus veineux ou sinus de Cuvier*. C'est aussi entre ces deux dépressions que s'étendent les cloisons et les valvules.

La cloison inter-auriculaire est presque complète et ne laisse subsister à la partie antérieure qu'une très légère fente faisant encore communiquer les deux chambres. Cette cloison est fortement oblique de haut en bas et de gauche à droite, et sa face droite regarde en haut. Par suite de cette inclinaison, le compartiment gauche, d'abord très réduit, ne tarde pas à être égal à celui de droite, à la partie antérieure où la cloison est tout à fait médiane (*spt. au.*, fig. C et D, 15, 19 et 38). Cette cloison inter-auriculaire est percée à peu près en son milieu d'un orifice ovalaire qui donne libre passage au sang d'une oreillette dans l'autre. La position de cet orifice, immédiatement au-dessus de l'embouchure de la veine cave inférieure et en avant des valvules, le désigne nécessairement comme le trou de Botal (*Bo*, fig. CD, 16, 38, 39 et 40). S'il en est ainsi, l'origine que les auteurs ont assignée à cet orifice est en contradiction avec les faits que j'ai observés. Il ne résulte pas, comme on l'a répété jusqu'ici, de la réunion de deux valvules, à bord échancré en croissant et marchant en sens inverse l'une de l'autre. Le mode de formation est beaucoup plus simple. Le trou de Botal se forme tout entier et dès le début dans une seule et même cloison, la cloison inter-auriculaire, dans laquelle il est taillé comme à l'emporte-pièce.

La valvule gauche du vestibule (*valv. sin.*, fig. D, 16 et 39), ou valvule du trou ovale, joue peut-être un rôle dans l'occlusion de cet orifice, mais elle n'entre pour rien dans sa formation. Entre elle et la cloison des oreillettes, existe un espace triangulaire largement ouvert en haut et en avant, très rétréci en arrière et en bas, la valvule et la cloison s'insérant au même point pour former un angle dièdre. C'est ce diverticulum gauche de l'oreillette droite qui a été désigné par His sous le nom d'*Area interposita*, et qu'il considère comme faisant partie de l'oreillette gauche (*Ar. i.*, fig. D), à tort, par conséquent.

La valvule d'Eustache (*Eust.*, fig. D et 15) offre les mêmes dimensions que la précédente. Ces deux valvules partent en haut d'une membrane commune et s'écartent pour se continuer en bas avec la paroi de l'oreillette. Vues de profil, elles se recouvrent exactement; aussi, dans nos reconstructions, n'en avons-nous représenté qu'une : la valvule gauche, ou valvule du trou ovale. Leurs bords libres et en forme de croissant limitent en haut un orifice triangulaire (*ost*, fig. D) vers lequel se dirige le sang du canal de Cuvier droit, tandis qu'en bas, ils s'inclinent l'un vers l'autre et ne laissent subsister qu'une petite fente horizontale, encore rétrécie par la présence de deux bourrelets épais. Cette fente étroite (*ost*, fig. D) est située dans le prolongement de l'axe de la veine cave ; une pression légère de haut en bas suffit à rapprocher les deux lèvres de cette fente et à empêcher momentanément l'accès du sang, comme il est facile de s'en convaincre sur les coupes, par la disposition anatomique de cette partie (fig. 16, 17, C et D). La grandeur relative de ces deux orifices est inverse de celle que His a figurée. Les deux valvules que nous venons de décrire ne sont autre chose que les parois du sinus de Cuvier qui, en refoulant les parois de l'oreillette, produisent deux replis flottants dans son intérieur. Leur disposition est telle qu'il y a nécessairement une tendance à la séparation des sangs. Le courant apporté par le canal de Cuvier droit se dirige directement d'arrière en avant, pour tomber dans le compartiment droit de l'oreillette. La pression qu'il exerce sur les lèvres de la fente inférieure empêche le sang de la veine cave d'affluer. Bientôt, la pression cesse, et celui-ci peut à son tour pénétrer directement dans le trou de Botal situé immédiatement au-dessus et en face de lui. D'après ce qui précède, on voit que ma description est en désaccord avec celle de His, et il suffit de comparer mes figures avec celles qu'il a représentées (t. III, p. 150 et suiv.), pour constater en quoi elles diffèrent. L'orifice atrio-ventriculaire (*oav.*, fig. C, D, 23 et 40) situé sur la ligne médiane est compris dans l'épaisseur de la base du ventricule gauche. C'est une fente rétrécie en son milieu par des bourrelets convexes et élargie sur les côtés en

gouttières parallèles en forme de T. Elle est oblique de gauche à droite et en avant, de sorte que la gouttière droite vient s'ouvrir en haut et en avant, à la limite du bulbe et du ventricule droit, au-dessus de l'orifice aortique, tandis que la gouttière gauche s'ouvre en arrière et en bas, dans l'extrémité supérieure du ventricule gauche.

Ce conduit atrio-ventriculaire, avec ses deux coussinets cellulaires, entouré de parois épaisses du ventricule gauche, contribue à la séparation du bulbe et du ventricule droit. La cloison primitive et incomplète qui se forme entre ces deux dernières cavités, résulte de l'étranglement produit entre l'oreillette droite et le conduit atrio-ventriculaire, étranglement qui donne aux coupes l'aspect d'un trèfle (voir fig. 22).

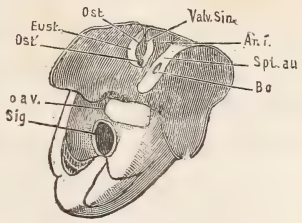


Fig. D. — Le cœur vu par devant, les oreilles ouvertes pour montrer l'appareil valvulaire et la cloison. — Reconstruction.

Eust., valvule d'Eustache ; *valv. sin.*, valvule du trou ovale ; *spt. au.*, cloison des oreillettes ; *Bo*, trou de Botal ; *Ar. i.*, area interposita ; *ost.*, orifice supérieur pour la veine cave supérieure ; *ost'.*, orifice inférieur pour la veine inférieure ; *oav.*, orifice atrio-ventriculaire ; *sig.*, orifice sigmoïde de l'aorte.

Au sortir du cœur, la lumière du bulbe est dirigée obliquement en sens inverse de la fente atrio-ventriculaire. Elle est rétrécie en son milieu et présente à ses extrémités deux sillons, dont l'un est creusé sur la face antérieure et à gauche, et l'autre sur la face postérieure et à droite, ce qui donne à la cavité bulbaire, sur les coupes transversales, la forme d'un S (*ba*, fig. 22). Ces deux sillons se transforment en canal, à la partie supérieure du bulbe, par la réunion des deux cordons cellulaires, qui étranglent la fente bulbaire. A la base de l'arc hyoïdien, le bulbe aortique qui jusque-là était libre dans la cavité péricardiaque, est adhérent au mésoderme du cou où il est suspendu par une large base. A ce moment, les deux conduits dont il se compose, se divisent en arcs aortiques. Celui de droite, plus volumineux que l'autre, est le tronc aortique lui-même ; il croise obliquement le tronc gauche ou pulmonaire, pour se jeter dans un sinus médian, large quadrilatère (*s*, *a o*, fig. 17), au-devant duquel est si-

tuée la glande thyroïde. De l'angle supérieur de ce sinus, naît le troisième arc aortique ; de l'angle inférieur, le quatrième arc. Le troisième arc (3 *a*, fig. 16 et 40) est situé entre la deuxième et la troisième fente. Il côtoie le bord supérieur de la troisième fente et de son prolongement buccal. Le quatrième arc est parallèle au précédent, et affecte la même disposition par rapport à la quatrième fente et à son appendice (4 *a*, fig. 14 et 16). Le cinquième arc aortique (5 *a*, fig. 14 et 40) est fourni par le canal gauche du bulbe, c'est-à-dire le futur tronc pulmonaire. Il croise en arrière le tronc aortique, gagne la ligne médiane en longeant le bord libre du bulbe, au-dessous du sinus aortique, puis se divise en deux branches qui, de chaque côté, dans les côtés du cou, constituent le cinquième arc aortique. Celui-ci est parallèle au quatrième arc dont il n'est séparé que par l'épaisseur de la quatrième fente branchiale, à laquelle ces deux troncs vasculaires sont accolés, l'un, au-dessus, l'autre, au-dessous.

Dans le milieu de son trajet, la lumière de ce dernier arc vasculaire est très rétrécie, presque capillaire. On sait, en effet, que les arcs vasculaires n'existent pas simultanément dans le même embryon et que le cinquième apparaît le dernier. Dans notre embryon, si l'on en juge par le calibre de sa portion moyenne, il y a très peu de temps qu'il est devenu perméable.

Les artères pulmonaires naissent peu après la division du tronc pulmonaire dont elles suivent la direction sur le bord de la cavité péricardiaque, qu'elles contournent pour se répandre en capillaires dans le mésoderme entourant la trachée (*a. pul.*, fig. 40).

Le sinus aortique donne naissance en haut à un tronc peu important qui va se distribuer dans le maxillaire inférieur et qui est un vestige des deux premiers arcs aortiques (*am.*, fig. 40).

Les trois arcs aortiques, après avoir décrit leur courbe à concavité inférieure, se réunissent par leurs extrémités dorsales pour former les aortes descendantes (*ad.*, fig. C et 40). Celles-ci se rejoignent au niveau du membre supérieur. Le tronc de l'aorte qui résulte

de cette fusion a un calibre énorme comparé au diamètre étroit des aortes descendantes. Il conserve les mêmes dimensions jusqu'à l'origine des artères ombilicales. La section transversale est un ovale à grand axe antéro-postérieur. Au-dessous des artères ombilicales, l'aorte diminue rapidement et se réduit bientôt à une artériole qui se prolonge dans l'extrémité caudale.

En même temps elle devient cylindrique ou largement aplatie dans le sens transversal.

Les principales artères du corps sont déjà formées. L'arc aortique n° 3, au moment où il se recourbe et descend à la rencontre du quatrième arc, envoie du côté de la tête une branche très longue qui chemine sur les côtés du pharynx immédiatement au-dessus de la deuxième et de la première fente branchiales, puis côtoie le bord postérieur du cerveau intermédiaire pour aller se réunir au-dessous du cerveau moyen avec l'artère basilaire : c'est l'artère carotide interne (*ci*, fig. 12, 14 et 40).

Après cette réunion, elle continue son trajet et va fournir de petits rameaux qui se terminent dans la région des couches optiques. L'artère basilaire (*abs*, fig. 40) suit un trajet inverse de la précédente. Elle est située sur la ligne médiane, en avant des vésicules cérébrales moyennes et postérieures dont elle suit la direction. Dans ce long trajet, elle fournit de nombreuses branches qui se dirigent verticalement en arrière autour des parois nerveuses. Les deux principaux groupes sont : l'un supérieur, et est destiné surtout au cervelet (*a*, *cer*, fig. 40), et l'autre postérieur, ce sont les artères bulbaires. A la limite du bulbe et de la moelle, ou pour mieux préciser, à la hauteur du ganglion du pneumogastrique, l'artère bulbaire se divise en deux branches égales qui marchent parallèlement et accolées au corps des vertèbres qui apparaissent aussi à ce niveau (*av*, fig. 7, 9, 40). Au fur et à mesure qu'elles descendent dans la région cervicale, elles diminuent de volume et se continuent par des rameaux très ténus, presque capillaires avec les premières artérioles qui proviennent de l'aorte descendante et qui accompagnent les nerfs cervicaux

jusque dans le canal rachidien. D'après ces dispositions anatomiques, il est probable que la circulation se fait en sens inverse de la circulation de l'adulte.

Les branches principales de l'aorte sont l'artère vitelline (*a*, *vi*, fig. 17, 23 et 40), qui, née de la face antérieure de l'aorte, vient immédiatement s'accoler au bord gauche de l'intestin grêle et à droite du mésentère qui, sous le poids des organes attachés à son bord libre, s'infléchit vers la droite.

Arrivée dans le cordon avec le canal vitellin, elle l'accompagne sur son bord inférieur en diminuant de plus en plus de volume. Les artères ombilicales (*omb*, fig. 27 et 40) sont, pour ainsi dire, la continuation du tronc de l'aorte d'où elles divergent à la naissance du membre inférieur. Elles décrivent une courbe en S dont la concavité postérieure embrasse la vessie et gagnent les côtés de l'ouraque qu'elles accompagnent à droite et à gauche ; presque à leur origine, elles fournissent l'artère fémorale (*af*, fig. 40).

Outre ces gros troncs, l'aorte donne naissance à de nombreuses artérioles qui, de chaque côté de la face postérieure, se dirigent en arrière contre le corps vertébral et là se réfléchissent en dehors. Ces artérioles correspondent à chaque segment. Elles sont encore de simples capillaires. Cependant il en est deux plus importantes à la région lombaire, en face d'une artériole médiane qui se distribue en avant dans le mésentère entre l'artère vitelline et la veine porte (*més*, fig. 40). Cette dernière est la mésentérique inférieure.

SYSTÈME VEINEUX.

Les veines sont beaucoup plus grosses que les artères et s'en distinguent déjà par la moindre épaisseur de leur paroi.

Le sang de la tête, ainsi que celui de l'extrémité inférieure, est ramené au cœur par deux paires de veines énormes qui marchent en sens inverse l'une de l'autre et se jettent de chaque côté dans un vaste sinus situé en arrière et à la base du cœur : ce sont les veines

jugulaires d'une part et les veines cardinales inférieures (*v. j.*, fig. 8, 9, 15, 38 et 39).

Les veines jugulaires naissent par de nombreux rameaux rectilignes qui entourent la vésicule cérébrale antérieure, et se réunissent en convergeant dans un gros tronc d'origine immédiatement au-dessus de l'œil. Ce tronc reçoit un rameau qui passe en dedans du ganglion trijumeau et qui provient d'un sinus irrégulier situé en arrière et au-dessous de la fossette olfactive (voir fig. 39). Une veine oculaire se jette aussi à ce niveau : c'est une veine qui passe par la fente choroïdienne et qui vient du corps vitré. D'abord accolée à la face interne du ganglion de Gasser, la veine jugulaire devient ensuite plus superficielle, passe en dehors du ganglion acoustique et de la vésicule auditive (fig. 21 à 25), en dehors du ganglion du glossopharyngien et du pneumogastrique, puis se recourbe à angle droit immédiatement au-dessous de celui-ci (voir fig. 7) et se termine par un canal étroit dans un sinus veineux qui lui est commun avec la veine cardinale inférieure. Elle est comprise à ce niveau entre le ganglion inférieur du pneumogastrique et le nerf hypoglosse, qui la croise obliquement au-dessous et en arrière (voir fig. 7 et fig. 8).

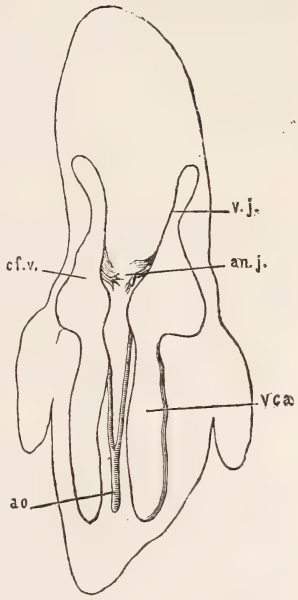


Fig. E. — Embryon vu par derrière pour montrer les gros troncs veineux. — Reconstruction.
v.j, veine jugulaire; *an.j.*, anastomose des jugulaires; *v. ca.*, veine cardinale; *cf. v.*, confluent des veines jugulaire et cardinale; *ao*, aorte.

Dans ce long trajet elle reçoit plusieurs petites branches venant des parois latérales du cerveau moyen et du bulbe (voir fig. 38 et 39).

Entre la veine jugulaire et la veine cardinale se trouve une vaste poche (*cf. v.*, fig. E) dont le sang s'écoule par les canaux de Cuvier. Elle reçoit en arrière la veine brachiale, ainsi que de nombreuses

veinules, venant de la région médullaire, avec les nerfs qu'elles accompagnent. La poche de gauche se prolonge en arrière en un diverticulum qui sépare le plexus cervical du plexus brachial (fig. 5 et 38). En avant et au-dessus, chacune de ces poches reçoit des veinules qui accompagnent le nerf hypoglosse et qui viennent de la base des arcs branchiaux (fig. 38). A peu près au même niveau se montrent, en dedans et en bas, deux branches importantes, qui se perdent dans des capillaires en avant de la trachée, et qui sont le rudiment de l'anastomose future de deux jugulaires (fig. E, *an. j*).

Les veines cardinales inférieures (*v. ca.*, fig. E et 38) sont énormes : elles accompagnent de chaque côté l'aorte, qu'elles masquent complètement sur une vue de profil. Elles forment la base d'un bourrelet dont le bord libre, saillant dans la cavité péritonéale, renferme les corps de Wolf, et qui soulève légèrement la paroi abdominale pour donner à l'extérieur une saillie longitudinale : le bourrelet des corps de Wolf (*cw.*, fig. 2).

Au niveau de l'artère ombilicale, la veine cardinale se bifurque en deux branches pour ainsi dire : une antérieure à cheval sur cette artère et qui se résout en capillaires entre le rein et le canal de Wolf, et une branche postérieure qui accompagne l'aorte et reçoit la veine crurale (voir fig. 28).

La veine cardinale droite donne en outre, un peu au-dessus du membre inférieur, une branche importante qui descend le long de sa face interne et se perd en capillaires entre les reins définitifs (voir fig. 26 et 39).

Canaux de Cuvier. — Le canal de Cuvier gauche est très étroit (*dcs*, fig. 15, 19, 38, 39), surtout relativement à l'énorme sinus, dont il doit transporter le sang jusqu'au cœur. Il se dirige obliquement de gauche à droite et de haut en bas et il entre dans l'oreillette droite, non pas directement, mais par l'intermédiaire du sinus veineux. Celui-ci se prolonge en avant et au-dessous de l'oreillette en un canal étroit, qui court parallèlement au canal de Cuvier gauche avec lequel il se réunit à angle aigu en même temps qu'il donne naissance au

rudiment de la veine coronaire (voir fig. 39). On voit que le sang du canal de Cuvier gauche, après avoir descendu, est obligé, pour arriver dans l'oreillette droite, de décrire un angle brusque pour remonter dans le sinus veineux. Il y a là une disposition qui ralentit le cours du sang et facilite énormément la disparition de ce canal, disposition qui n'avait pas encore été décrite. Le canal de Cuvier droit (*d c d.*, fig. 12 et 39) est court et dirigé horizontalement vers l'orifice supérieur des valvules de l'oreillette droite, comme nous l'avons déjà dit plus haut. Mais avant de pénétrer dans l'oreillette, il se réunit à la veine cave inférieure.

D'après His (t. III, p. 170), les veines pulmonaires n'apparaîtraient que dans l'embryon de 13^{mm},8, et déboucheraient à cette époque dans l'*area interposita*. Il explique la position de leur ouverture définitive dans l'oreillette gauche par un déplacement consécutif.

Dans notre embryon, le tronc des veines pulmonaires (*v. pul.*, fig. 14 et 38) est déjà bien développé. Il se jette dans l'oreillette gauche à sa partie inférieure et tout près de la cloison des oreillettes. L'hypothèse d'un changement de position ultérieur de ces veines devient donc inutile. Le tronc unique de la veine pulmonaire résulte de la réunion d'un grand nombre de veinules nées dans le mésoderme autour des vésicules pulmonaires.

D'après His, l'*area interposita* ferait partie du ventricule gauche. Nous avons vu qu'il n'en est rien ; le sinus veineux, en s'enfonçant dans l'oreillette droite comme un cône, y forme deux replis valvulaires qui subdivisent la cavité en trois compartiments. Les deux latéraux sont des diverticulums en forme de poches qui proéminent en arrière de chaque côté du conduit de Cuvier droit (voir fig. 13). Celui de gauche (*Ar. i.*, fig. 13), d'abord séparé de l'oreillette gauche par l'épaisseur du mésoderme péritrachéen, s'accole à celle-ci, mais en est séparé par la cloison interauriculaire déjà décrite. Ce cul-de-sac du ventricule droit, décrit par His sous le nom d'*area interposita*, ne communique donc avec l'oreillette gauche que par le trou de Botal déjà formé.

Veines ombilicales. — La veine ombilicale gauche constitue, dès l'origine, un tronc assez volumineux, qui chemine sur le côté gauche et inférieur du cordon ombilical. En approchant de l'abdomen, il augmente encore par l'adjonction de veines secondaires, puis il se dirige en dedans vers la face inférieure du foie. A ce niveau, le bord supérieur du cordon se continue par son mésoderme dans la cavité abdominale et sert de coussinet à la glande hépatique. Grâce à cette disposition, la veine ombilicale gauche atteint la ligne médiane et se jette dans le sinus inférieur du foie. En arrière de son embouchure, cette masse de mésoderme est divisée par la proéminence de l'intestin en deux bourrelets latéraux libres dans la cavité péritonéale et contenant de nombreuses veinules afférentes des veines ombilicales (voir fig. 21 et 22). Ces bourrelets ont été figurés pour la première fois par M. Fol dans l'embryon humain de 5mm,6.

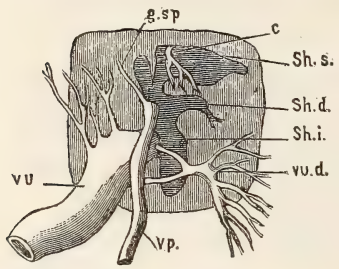


Fig. F. — La face inférieure du foie renversé, le bord postérieur en haut. — Reconstruction.

vu, veine ombilicale gauche; *vu. d.*, veines ombilicales droites; *vp.*, veine porte; *c.*, veine cave inférieure; *g. sp.*, veine gastro-splénique; *sh. i.*, sinus hépatique inférieur ou sinus de la veine ombilicale; *sh. d.*, sinus latéral droit; *sh. s.*, sinus hépatique supérieur.

La veine ombilicale droite (*vu. d*, fig. F et 24) est représentée par un grand nombre de petites veines très rapprochées les unes des autres et parallèles; mais, au lieu de se jeter directement dans le foie par trois ou quatre branches, comme le figure His, elle se termine par une ou deux branches dans la veine ombilicale gauche, avant son entrée dans le sinus hépatique.

Veine porte. — Cette veine (*vp*, fig. F, fig. 19, 26, 39), qui provient de la veine vitello-intestinale gauche, arrive sur l'intestin en suivant le bord ventral du canal vitellin, pour accompagner l'intestin grêle, dont elle suit les courbures. Elle est située à sa gauche et sur le bord libre du mésentère. Au niveau du duodénum, elle rencontre la portion supérieure du pancréas, à la face inférieure de laquelle elle s'accole pour se porter brusquement vers la droite, dans le sinus

inférieur du foie, en passant entre les deux portions du pancréas, qu'elle sépare. Au niveau du coude, elle reçoit une branche importante, qui, continuant son trajet en dedans du cul-de-sac pancréatique supérieur, se perd en capillaires dans le mamelon mésentérique de la rate (*gsp*, fig. F, 15 et 39). C'est la veine gastro-splénique. Rien dans ce trajet de la veine porte ne rappelle les sinuosités que His représente, et qui proviendraient d'un cercle veineux autour du pylore.

Veine cave inférieure. — Elle naît (*c*, fig. 13) par plusieurs petites veinules dans le voisinage des corps de Wolf, au-dessous de l'embouchure de la veine porte ; il en résulte bientôt un tronc assez court contenu à la base du mésentère et qui pénètre dans le foie avec un repli de ce dernier (*c*, fig. 14). Le sang arrive ainsi dans le sinus supérieur du foie, en passant sur la face interne du lobe droit (*c*, fig. F). L'axe de la veine cave se trouve sur la même ligne verticale que l'orifice cardiaque du sinus sus-hépatique.

Il nous reste à parler, pour en avoir fini avec le système veineux, de la disposition des sinus sanguins dans le foie et de leurs rapports avec les veines.

Deux énormes lacunes reçoivent et distribuent le sang dans la glande ; l'une, supérieure et dorsale, appartient en propre au lobe droit ; l'autre, inférieure et ventrale, est située sur la ligne médiane et se creuse un lit à la base de l'organe. Ce sinus inférieur (*sh. i*, fig. F et 22) est très régulièrement cylindrique. En avant, il se termine non loin du bord ventral ; en arrière (voir fig. F), il est coupé en deux par le ligament gastro-hépatique et communique, par sa partie droite, avec le sinus supérieur. En raison de ses rapports, appelons-le *sinus ombilical*. En effet, le sang lui arrive principalement par le tronc commun des veines ombilicales qui s'y jette de bas en haut et de gauche à droite, presque à angle droit (voir fig. 23). En arrière, la veine porte y débouche aussi, près de sa terminaison (*v p*, fig. F). Au niveau de l'embouchure de la veine ombilicale et en avant, le sinus est une véritable lacune sans parois

propres ; de sa périphérie un grand nombre de canaux se répandent dans la glande ; l'un d'eux, plus volumineux que les autres, s'échappe de sa paroi supérieure et un peu à droite, vis-à-vis de l'orifice de la veine ombilicale, et se distribue en haut et à droite (*sh. m.* fig. 39).

En arrière de la veine ombilicale, les parois du sinus sont mieux limitées, et on peut y reconnaître une enveloppe conjonctive doublant une lame continue de tissu hépatique. Cependant, au niveau de la veine porte, les parois sont de nouveau percées à jour par de nombreux pertuis.

En arrière de la veine ombilicale et du même côté qu'elle, c'est-à-dire sur la paroi gauche du sinus ombilical, vient s'ouvrir un sinus latéral (*sh. g.*, fig. 38), qui remonte parallèlement au premier et envoie des rameaux dans la partie supérieure et gauche de la glande. A droite, un sinus latéral plus petit ramène le sang du lobe droit dans le sinus ombilical (*sh. d.*, fig. 39) commun. Il est à remarquer que ce sinus latéral droit se dirige obliquement d'avant en arrière et se recourbe de bas en haut pour atteindre le sinus ombilical situé à un niveau supérieur.

Le sinus supérieur du foie est énorme : c'est par lui que le sang de la glande et de la veine cave inférieure arrive au sinus veineux (voir *sh. s.*, fig. F et 16). Il communique avec le sinus inférieur par une portion rétrécie à la face interne du lobe droit.

En avant, il se prolonge en pointe dans l'épaisseur de la glande à sa face supérieure, et là, communique avec les capillaires.

Si l'on se reporte à la description donnée par M. Fol de ces sinus du foie, il est facile de voir que notre sinus médian n'est autre chose que le sinus gauche de cet auteur, devenu de plus en plus volumineux. Notre sinus latéral droit se jette dans le précédent au même point que le sinus droit de l'embryon de $5^{mm},6$, c'est-à-dire près de l'embouchure de la veine porte. La comparaison de nos coupes avec celles de M. Fol ne laisse aucun doute à cet égard : en se réunissant, ces deux sinus forment une courbe en S qui côtoie le bord droit du duodénum et embrasse le canal cholédoque (voir fig. 20 et 21). Ces

détails sont nécessaires, si l'on cherche à se rendre compte du mode de circulation dans le foie. Les dispositions anatomiques ne peuvent donner, il est vrai, qu'une idée approximative de la réalité, mais en raison de l'importance qu'on a attribuée à la glande dans la formation du sang, il fallait déterminer exactement ses rapports avec les vaisseaux.

D'après les faits ci-dessus exposés, il est donc probable que la circulation hépatique doit se faire de la manière suivante : le sang qui arrive par la veine ombilicale passe, au moins en partie, en raison de la direction du courant, directement dans la glande, à travers les nombreux orifices du sinus et principalement par les sinus latéraux. L'autre partie continue son trajet vers le cœur.

Après avoir traversé les mailles de la glande, le sang se rassemble dans le sinus supérieur. Cependant, en raison de la disposition anatomique de ces sinus latéraux, qui se jettent dans le sinus ombilical obliquement et de bas en haut, il est possible qu'ils jouent, par rapport au sinus ombilical, un rôle de vaisseaux afférents plutôt que de vaisseaux efférents. C'est là une hypothèse à laquelle se rattachent peut-être les particularités offertes par les globules sanguins. Tandis que, dans le sinus ombilical et dans les mailles du foie, les globules sanguins sont pressés les uns contre les autres ; dans les sinus latéraux, au contraire, les globules, beaucoup moins nombreux, sont clairsemés. En outre, ces globules présentent des caractères optiques qui les font distinguer à première vue. Ce sont des cellules arrondies munies d'un double contour très net et possédant un petit noyau isolé au milieu d'une grande cavité claire. Aussi, quand on abaisse l'objectif, cette cavité devient très lumineuse, tandis que les bords et le noyau sont obscurs, et inversement quand on élève l'objectif.

Dans quelques-unes, au lieu d'un noyau distinct, on ne voit plus que quelques granulations épaisses.

Ces globules se présentent avec l'aspect de cellules végétales.

Au point d'embouchure des sinus latéraux, ces globules se mélan-

gent avec les autres au milieu desquels il est difficile de les reconnaître exactement.

Tandis que les parois des veines sont encore très minces, même dans les gros troncs, les artères sont déjà très différenciées. C'est ainsi qu'autour de l'aorte existent des couches concentriques de fibres musculaires. Sur les artères plus petites elles ne sont pas encore formées, mais la paroi épaissie et bien colorée par le carmin diffère notablement de celle des veines.

Les rapports des veines avec le foie paraissent offrir de grandes variations aux différentes périodes embryonnaires. C'est pourquoi j'ai exposé en détail les faits observés dans notre embryon, d'autant plus que la description donnée par His de l'embryon P*r*, correspondant au nôtre, ne concorde pas avec nos résultats.

Lymphatiques. — Quant aux vaisseaux lymphatiques, leur origine est encore bien obscure. Dans notre embryon, les troncs sont déjà en voie de formation, et voici comment ils se présentent :

Dans les parois des aortes descendantes on observe un espace clair, cloisonné par de rares trabécules, une véritable gaine lymphatique qui, en haut, se continue avec une gaine analogue située sur la face dorsale de la jugulaire. En bas, au point où les aortes descendantes se réunissent en un tronc commun, ces gaines lymphatiques se dirigent en avant et contournent les veines jugulaires à leur face antérieure pour venir se placer en dehors dans l'angle qu'elles forment avec la terminaison des veines cardinales. Au niveau de l'embouchure de celles-ci, la paroi de la veine est interrompue et la cavité communique avec la gaine lymphatique. Ce rudiment des troncs lymphatiques est dans l'épaisseur d'un repli dédoublé du mésentère qui va s'attacher au bord interne du canal de Cuvier.

SANG.

Quoiqu'il soit difficile de tirer des conclusions absolues d'observations faites dans des conditions peu favorables pour une question si délicate, voici ce que j'ai vu relativement au sang : les globules du

sang sont nucléés; mais ils se présentent sous deux formes distinctes. Les uns ont un noyau granuleux fortement coloré par le carmin, avec une zone périphérique étroite et encore peu différenciée : ils ressemblent à des cellules lymphatiques; les autres ont un noyau plus petit, homogène, non coloré par le carmin, avec une zone périphérique large et claire, et une membrane d'enveloppe très distincte. Les premiers se rencontrent en abondance dans les vésicules afférentes des veines jugulaires, ce qui leur donne un aspect différent de celui des autres veines.

Les autres globules remplissent tout le reste du système vasculaire. Si l'on examine attentivement le noyau de ces derniers, on trouve qu'ils ont les mêmes caractères optiques que les globules sanguins adultes : leur bord devient obscur, quand on abaisse l'objectif, pendant que le centre devient clair.

Çà et là, on rencontre des globules dépourvus de noyau et qui se présentent comme de grandes vésicules claires.

Il nous a été impossible de trouver des globules en voie de division.

Les centres nerveux, particulièrement le bulbe, reçoivent un grand nombre de capillaires, dont un grand nombre en voie de formation. Sur les bords, ils passent, comme un pont, du mésoderme ambiant dans la substance nerveuse, et on reconnaît aisément les caractères des cellules vaso-formatives : ce sont des tubes hyalins, comme vitreux, s'effilant aux extrémités et contenant dans leur intérieur un à deux petits noyaux arrondis, fortement colorés par le carmin et sans zone protoplasmique visible : ce sont de véritables cellules lymphatiques.

ORGANES EXCRÉTEURS.

Le corps de Wolf, dont le bourrelet fait saillie dans la cavité abdominale, au devant des veines cardinales sur lesquelles il repose, s'étend en haut jusqu'à la base du poumon qui se loge dans une dépression de son bord interne.

Le canal de Wolf (*cw*, fig. 41) occupe sur toute sa longueur le côté externe de ce bourrelet, tout près de sa surface, et vient se terminer

en haut, en cul-de-sac, à la base du poumon. Mais, en ce point, il reçoit le premier canalicule rénal qui se dirige d'abord obliquement en arrière et en bas, puis remonte et décrit quelques sinuosités pour venir se terminer en dedans, non pas dans un glomérule de Malpighi, mais bien dans la cavité péritonéale où il s'ouvre par une fente étroite. Ce canalicule s'élargit, il est vrai, non loin de cet orifice, mais il ne possède pas de glomérule de Malpighi.

Les autres canalicules, au nombre de deux, environ, par somite, sont disposés très régulièrement. Du glomérule situé près de la surface et sur le bord interne, part en arrière un tube, qui, après s'être contourné plusieurs fois sur lui-même, se termine par un tube droit dans le canal de Wolf. Le glomérule est déjà très différencié. La paroi interne invaginée a proliféré activement, et il s'est formé des cloisons cellulaires qui ont subdivisé en loges le vaisseau central primitivement simple.

Les canaux de Wolf, vers leur terminaison, croisent très obliquement le rectum, en descendant, et viennent se jeter de chaque côté, dans l'angle postérieur de la vessie, près de son sommet.

Le rein définitif (R, fig. 41) naît aussi au même point par l'uretère, qui se dirige directement en arrière, en croisant le rectum à angle droit. Il se compose d'un sac cylindrique, à lumière élargie, plongé dans une masse mésoblastique très dense. Il offre une structure très simple. L'épithélium ne présente encore aucune trace de bourgeonnement : c'est un simple diverticulum, une vésicule rattachée à la vessie par un pédicule plus étroit, qui est l'uretère. Assez rapprochés de la ligne médiane vers leur embouchure, les canaux de Wolf divergent de plus en plus et viennent se placer au côté externe du bourrelet de Wolf. En même temps, ils changent de forme : de cylindriques ils deviennent aplatis, et apparaissent, comme une fente allongée, au-dessous de l'épithélium péritonéal. Les premiers canalicules auxquels ils donnent naissance sont situés assez loin de leur embouchure dans la vessie. Ils se terminent par un glomérule encore au premier stade de son développement. Le tube s'est contourné de

telle sorte, qu'il a enveloppé un bourgeon vasculaire. Sur les coupes, il apparaît comme un cercle à double contour épithélial, au centre duquel est un large vaisseau. Dans cette paroi double, la lumière du tube est représentée par une fente étroite.

Ce n'est que dans les glomérules situés plus haut que la paroi interne commence à proliférer, pour partager la lacune sanguine centrale en plusieurs alvéoles.

Chaque glomérule reçoit de la face antérieure de l'aorte un capillaire, qui se dirige vers lui en ligne droite, en côtoyant la face interne de la veine cardinale.

CONCLUSIONS.

L'étude approfondie de l'embryon humain, qui fait l'objet de ce travail, a fourni un certain nombre de faits nouveaux, relativement aux nerfs crâniens et au système nerveux central, à la disposition des valvules et des cloisons dans les cavités du cœur, à l'origine du pancréas, aux corps de Wolf.

Sur plusieurs points, les descriptions données par His ont été complétées et rectifiées.

Quoique rien ne puisse faire supposer un état pathologique de cet embryon, il existe cependant une certaine asymétrie dans le développement des deux côtés du corps : le côté gauche, pour plusieurs organes, surtout pour les vésicules cérébrales, est en avance sur le côté droit, ce qui permet de suivre, dans une certaine limite, les phases de leur évolution. Cette asymétrie est-elle particulière à l'homme ? Est-elle en rapport avec la prédominance fonctionnelle, chez l'adulte, du côté droit du corps ? Celle-ci est-elle uniquement un résultat de l'habitude acquise par l'usage, ou une conséquence d'une disposition anatomique existant déjà chez l'embryon ? Ce problème pourra être résolu par de nouvelles études d'embryologie humaine.

Les nombreuses questions qui restent encore à résoudre doivent donc engager les anatomistes à profiter des rares occasions qui se

présentent pour étudier les embryons humains qu'un hasard heureux leur procure ; et je tiens à répéter, avec le professeur M. H. Fol, « qu'il est à souhaiter de voir se multiplier les descriptions anatomiques d'embryon humain ».

Besançon, le 15 mars 1887. (Laboratoire de zoologie de la Faculté des sciences.)

EXPLICATION DES PLANCHES.

Lettres communes à toutes les figures.

ch, corde dorsale.
oe, œsophage.
st, estomac.
pas, pancréas supérieur.
pai, pancréas inférieur.
F, foie.
i, intestin.
vi, canal vitellin.
ves, vessie.
R, reins définitifs.
H, hémisphères cérébraux.
ce, cerveau intermédiaire.
me, cerveau moyen.
cer, cervelet.
tub. q, tubercules quadrijumeaux.
pin, glande pinéale.
vj, veine jugulaire.
vca, veine cardinale.
vp, veine porte.
c, veine cave inférieure.
v. pul, veine pulmonaire.
dc. s, conduit de Cuvier gauche.
dc, d, conduit de Cuvier droit.
svc, sinus veineux ou de Cuvier.
umb, artères ombilicales.
1 *f*, première fente branchiale.
2 *f*, deuxième fente branchiale.
3 *f*, troisième fente branchiale.
4 *f*, quatrième fente branchiale.
tr, glande thyroïde.
thym, thymus.
hy, cæcum hypophysaire.
po, poumons.
bi, canal cholédoque.
Bo, trou de Botal.
V, ventricule du cœur.
ba, bulbe artériel.
ad, aortes descendantes.
avi, artère vitello-intestinale.
mes, artère mésentérique.
a. pul, artère pulmonaire.
av, artère vertébrale.
ci, carotide interne.
af, artère fémorale.
cw, canal de Wolf.
ou, ouraque.
3 *a*, troisième arc aortique.
4 *a*, quatrième arc aortique.
5 *a*, cinquième arc aortique.
am, artère maxillaire.

EXPLICATION DES COULEURS.

Dans toutes les planches, le vert représente l'entoderme ; le bleu, l'ectoderme, excepté sur les figures 38, 39 et 40, où il représente le système veineux ; le violet, le système nerveux central et périphérique ; le rouge, les vaisseaux sanguins.

PLANCHE XIII.

Fig. 1. Embryon vu en position dans l'œuf et grandeur naturelle, côté droit ; *chor*, chorion avec ses villosités apparentes dans les angles ; *am*, amnios ; *vit*, sac vitellin ; *mm*, myomères ; *cu*, cordon ombilical ; *V*, ventricule.

2. Le même embryon à un grossissement de 9 diamètres, vu du côté gauche; *H*, hémisphères cérébraux ou prosencéphales ; *Ce*, cerveau intermédiaire ou entrencéphale ; *me*, cerveau moyen ou mésencéphale ; *fr*, fosse rhomboïdale 4e ventricule ; *O*, œil ; m^1, maxillaire supérieur ; m^2, maxillaire inférieur ; *h*, arc hyoïdien ; *b*, premier arc branchial ; *F*, foie ; *ms*, membre supérieur ; *mi*, membre inférieur ; *q*, la queue.

3 à 8. Série de coupes frontales dont la direction par rapport à l'embryon, fig. 2, est assez exactement représentée par une ligne verticale. Elles commencent au côté dorsal de l'embryon et sont vues par leur face dorsale.

La figure 3 correspond à la coupe n° 87 de la série ; la figure 4 correspond à la coupe n° 145 de la série ; la figure 5 correspond à la coupe n° 189 de la série ; la figure 6 correspond à la coupe n° 206 de la série ; la figure 7 correspond à la coupe n° 231 de la série ; la figure 8 correspond à la coupe n° 250 de la série.

Épaisseur des coupes, 0.0075. Grossissement de 9 diamètres. Ch. claire ; *sp.*, nerf spinal ; *br*, plexus brachial ; *gr*, ganglion rachidien ; *m*, *sp*, moelle épinière ; *sy*, ganglion sympathique ; *nc*, nerfs cervicaux.

PLANCHE XIV.

Coupes frontales de l'embryon (suite).

Fig. 9. Coupe n° 265 de la série ; fig. 10, n° 276 ; fig. 11, n° 285 ; fig. 12, n° 290 ; fig. 13, n° 298 ; fig. 14, n° 315.

nhp, nerf hypoglosse.
sp, nerf spinal.
png, nerf pneumogastrique.
Fr, organe de Froriep du pneumogastrique.
ph, pharynx.
ppp, cavité pleuro-péritonéale.
sbr, sinus supra-cervical où aboutissent toutes les fentes branchiales.
anast, début de l'anastomose qui doit réunir les deux jugulaires.
F'r, organe de Froriep du glosso-pharyngien.
ND, nerf phrénique.
gl. ph, glosso-pharyngien.
sp, rudiment de la rate.
c, veine cave inférieure.
rpp, arrière-cavité des épiploons.
Ari, area interposita.

PLANCHES XV, XVI.

Coupes frontales de l'embryon (suite).

A partir de la figure 24, les coupes ont 0,015 d'épaisseur.

La figure 15 correspond au numéro 325 de la série des coupes.

Fig. 16, n° 338 ; fig. 17, n° 343 ; fig. 18, n° 360 ; fig. 19, n° 375 ; fig. 20, n° 389 ; fig. 21, n° 412 ; fig. 22, n° 435 ; fig. 23, n° 455 ; fig. 24, n° 490 ; fig. 25, n° 500 ; fig. 26, n° 511 ; fig. 27, n° 544 ; fig. 28, n° 562.

spt, septum interauriculaire ou cloison des oreillettes.
g, *sp*, veine gastro-splénique.
Eust, valvule d'Eustache.

hw, hiatus de Winslow.
valv. sin, valvule gauche du vestibule ou valvule du trou ovale.
shs, sinus sus-hépatique.
ao, tronc aortique.
sh. d, sinus hépatique latéral droit.
aus, oreillette gauche.
aud, oreillette droite.
D, diaphragme.
du, duodénum.
Au, ganglion acoustique.
ot, otocyste.
gG, ganglion de Gasser.
Fr, fosse rhomboïdale.
VI, sixième paire moteur oculaire externe.
VII, septième paire, facial.
mx, maxillaire supérieur.
sh. i, sinus hépatique inférieur ou ombilical.
spt. b, septum bulbo-ventriculaire.
vs, ventricule gauche.
vd, ventricule droit.
opt, pédoncule optique.
hy, hypophyse.
cer, cervelet.
lt, lamina terminalis.
ou, ouraque.
olf, invagination nasale ectodermique.
vav, orifice atrio-ventriculaire.
s. ao, sinus aortique d'où partent les arcs aortiques.
spt. ao, septum aorticum.
or. e, invagination ectodermique du conduit auditif externe.

PLANCHES XVII, XVIII.

Coupes frontales de l'embryon (suite).

La figure 29 représente le numéro 573 de la série ; fig. 30, nº 586 ; fig. 31, nº 598 ; fig. 32, nº 605 ; fig. 33, nº 617 ; fig. 34, nº 637 ; *cst*, corps strié ; *rm*, repli de Mouro ; *fm*, trou de Mouro ; *n. path*, nerf pathétique ; *cm, b, p*, commissure blanche postérieure? *thal*, couches optiques ; *cm*, commissure grise ?

38. Reconstruction du système veineux vu du côté gauche.
39. Reconstruction du système veineux vu du côté droit ; *sh*, *m*, sinus hépatique médian ; *sh. i*, sinus hépatique inférieur ou ombilical ; *sh, d*, sinus hépatique droit ; *g. sp*, veine gastro-hépatique.
40. Système artériel ; *abs*, artère basilaire ; *a*, *cer*, artères cérébelleuses ; *sig*, orifice sigmoïde de l'aorte ; *mes*, artère mésentérique inférieure ; *RV*, recessus vestibuli.
41. Système nerveux central et système digestif ; *inv. a*, invagination anale de l'ectoderme.

ÉTUDES

SUR LES ANIMAUX INFÉRIEURS

DE LA BAIE D'ALGER

PAR LE Dr CAMILLE VIGUIER

Directeur de la Station zoologique, professeur à l'École des sciences.

III

UN NOUVEAU TYPE D'ANTHOZOAIRE (*Fascicularia Edwardsi*, de Lac. Duth.)

Le présent travail était entièrement terminé, texte et planches, lorsque j'adressai à l'Académie des sciences la note qui parut dans les Comptes rendus du 16 juillet; et les planches ayant été exécutées pour la reproduction héliographique, j'avais joint à la note un exemplaire sur papier de mes dessins.

Sachant que M. de Lacaze-Duthiers était absent de Paris à cette époque, je priai M. de Quatrefages, qui, plusieurs fois déjà, avait bien voulu me rendre le même service, de présenter ma note à ses confrères de l'Institut.

J'adressai en même temps un autre exemplaire de mes planches au savant directeur des Archives, en lui proposant le travail pour son recueil. A ma grande surprise, M. de Lacaze-Duthiers me répondit aussitôt que l'Anthozoaire étudié par moi était le même dont il parlait dans sa note aux Comptes rendus du 25 juin. Il avait vu l'animal en Afrique, l'avait dessiné en 1887 à Banyuls, et présenté à une conférence le 4 février 1888.

Il n'en acceptait pas moins mon travail avec une courtoisie à laquelle je suis heureux de rendre hommage; et retardait même la

publication du sien, malgré ma proposition de faire paraître les deux à la suite l'un de l'autre. La notice en question sera donc réservée pour un mémoire que M. de Lacaze-Duthiers prépare sur les Alcyonaires d'Algérie et de Banyuls.

Je ne connais encore les recherches de l'éminent directeur des Archives que par sa note du 25 juin aux Comptes rendus, et par la conférence publiée dans le numéro du 11 août de la *Revue scientifique*. Bien que la figure 26 de la *Revue* soit fort mauvaise (M. de Lacaze-Duthiers la traite d'*affreuse caricature* de son dessin), elle aurait pu cependant me faire soupçonner l'identité de nos types; mais on voit par la date de la publication que je ne pouvais la connaître quand j'ai nommé la Fasciculaire.

Le fait même que M. de Lacaze-Duthiers laissait son Anthozoaire dans le genre *Paralcyonium* de Milne Edwards; l'*absence de spicules* qu'il signalait dans les parois du tube où se rétracte le faisceau de Polypes, et qu'il faut nécessairement prendre dans le sens d'*absence apparente* si le type est le même; enfin la coloration vert-émeraude du pourtour de la bouche; tout cela contribuait à me faire regarder ma *Fascicularia radicans* comme bien distincte du *Paralcyonium Edwardsi* de la note du 25 juin.

Mais M. de Lacaze-Duthiers reconnaissant formellement, sur mes dessins, l'animal même qu'il a étudié, la priorité appartient évidemment au nom donné par lui, puisque sa note est de trois semaines antérieure à la mienne. Il est donc juste que j'accepte son nom d'*espèce*. Quant au nom de *genre*, comme je crois avoir prouvé, au cours du présent travail, que la Fasciculaire doit former un genre nouveau, je conserverai celui que j'avais donné. Ce sera aux zoologistes à décider, lorsque le travail de M. de Lacaze-Duthiers aura paru, lequel de nous deux est dans le vrai. Quant à moi, tout en souhaitant que ce travail élucide les points qui sont restés obscurs et les faits qui m'ont échappé, je publie mon mémoire tel qu'il a été terminé le 12 juillet dernier, et sans me préoccuper autrement de ce qu'a pu voir le savant professeur de la Sorbonne.

En agissant ainsi, je ne fais que me conformer à son invitation formelle ; et ce n'est que justice de le remercier de nouveau de cet acte de courtoisie et de bonne confraternité scientifique.

Paris, 20 septembre 1888.

Dans un précédent mémoire, sur les Annélides pélagiques de notre baie, j'annonçais que la nouvelle station d'Alger était à peu près terminée, et pourrait sans doute s'ouvrir aux travailleurs dès le commencement de l'année 1887.

Il a bien fallu rabattre de ces espérances. Les derniers aménagements sont toujours plus longs qu'on ne l'avait cru d'abord ; et, surtout dans un pays où les ouvriers spécialistes font à peu près complètement défaut, quel que soit le corps de métier auquel on ait affaire, les résultats obtenus sont le plus souvent fort loin d'être en rapport avec le travail qu'ils ont coûté ; encore moins avec le temps qu'ils ont fait perdre.

J'en ai surtout fait la triste expérience pour nos aquariums. Les grands bacs, ménagés dans l'épaisseur d'un massif de maçonnerie, n'ont pas dû être repris moins de trois fois, grâce à la mauvaise exécution des cadres de fer qui maintiennent les glaces. Quant aux bacs de moindre dimension, vitrés sur leurs quatre faces, ils étaient venus tout prêts de Paris ; mais les secousses du voyage en avaient tellement fendillé le mastic, qu'il a fallu, plus d'une fois aussi, les reprendre entièrement. Les travaux de plomberie, aussi mal exécutés que possible, nous ont également fait perdre un temps considérable ; et je n'ose trop encore les regarder comme définitifs.

On conçoit que je ne veuille pas donner ici l'histoire de mes tribulations et la description de mon petit établissement. Ceux que ce dernier sujet pourrait intéresser n'auront qu'à lire la notice que je lui ai consacrée dans les numéros 803 et 807 du journal la *Nature*. J'explique seulement comment et pourquoi l'aquarium n'a commencé à fonctionner que dans le courant du mois de mars de la présente année.

Obligé de surveiller constamment les travaux et d'y engloutir les faibles ressources du budget de la station, je n'ai pu songer aux dragages lointains; et tous les animaux qui ont jusqu'ici peuplé nos bacs proviennent uniquement des vases du port et des roches de la presqu'île sur laquelle s'élève la station. Mais la variété en est déjà assez grande. Ainsi, pour ne parler que du groupe des Actinozoaires auquel se rapporte le présent mémoire, j'aurai à citer, parmi les Zoanthaires, les *Actinia equina* et *rosea*, et l'*Anemonia sulcata*, fort communes, comme on sait, et qui s'habituent si facilement à vivre dans les bacs à la condition d'être bien nourries; les *Adamsia palliata* et *Rondeletti*, chacune portée par leur Pagure respectif; la *Cylista viduata*, qui s'enfonce dans le gravier; l'*Aiptasia mutabilis*, espèce des plus voyageuses, dont on voit bientôt les élégants calices décorer les moindres saillies de rocher; et l'*Astroïdes calycularis* aux belles teintes orangées, un des plus remarquables objets que l'on puisse avoir en aquarium. Parmi les Anthozoaires, nous avons eu la *Cornularia cornucopiæ*, la *Clavularia petricola*, le *Sympodium coralloïdes*, l'*Alcyonium palmatum*, le *Corallium rubrum*, et enfin la *Fascicularia Edwardsi*, qui, tous, ont vécu et prospéré dans nos bacs [1].

Sauf la très petite colonie de Corail, qui ne comptait encore qu'une quinzaine de Polypes, et fut dévorée par un Mollusque ; sauf aussi le Sympode qui, fixé sur une coquille de Turbo habitée par un Pagure, périt, avec celui-ci, dans une lutte avec un Poulpe, tous les Actinozoaires que je viens de citer ont vécu jusqu'au jour où la chaleur nous a contraint à suspendre le service de l'aquarium. Il ne faut guère, en effet, comme je l'explique dans la notice citée plus haut, songer à faire marcher l'établissement durant la période qui va des premiers jours du mois de juin jusque vers la fin d'octobre. On n'arriverait, *peut-être*, à surmonter les difficultés, qu'avec des dépenses hors de proportion avec le budget actuel de l'établissement. Mais,

[1] Le *Veretillum cynomorium* et la *Pennatula rubra* vivent aussi dans le port d'Alger, où je les ai recueillis précédemment; et le groupe des Gorgonides est assez bien représenté sur les roches voisines.

comme l'aquarium n'a été institué que pour le service des laboratoires, et non pour le public; comme la station ne sera probablement jamais habitée pendant la saison d'été, le seul inconvénient de la suspension de service est de ne pouvoir conserver, dans les bacs mêmes, les sujets intéressants, d'une année à l'autre, ou même pendant plusieurs années consécutives. Je dis dans les bacs mêmes; car les pièces importantes ou difficiles à se procurer seront, pendant la saison chaude, mises dans un vivier flottant, où elles vivront, sans occasionner de dépenses, jusqu'au jour où l'on pourra les remettre en aquarium.

Ce déménagement annuel est, bien certainement, un inconvénient sérieux. Il serait même absolument désastreux, si nous devions nous heurter aux difficultés signalées par M. de Lacaze-Duthiers, dans sa note insérée aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 25 juin 1888.

Mais heureusement, à Alger, nous n'avons pas eu six mois de mortalité avant de pouvoir conserver nos sujets. Après des lavages à l'eau douce, jusqu'à ce que le ciment eût cessé de produire un précipité blanc, trois ou quatre jours de lavages à l'eau de mer ont suffi pour permettre de garnir les bacs; et si, dans quelques-uns d'entre eux, nous avons eu de la mortalité, d'autres n'ont cessé de prospérer depuis le jour même de leur mise en service, jusqu'à la fin de la saison.

Pour n'en citer qu'un exemple, nous avions, dans l'un d'entre eux, placé, vers le milieu du mois d'avril, un bouquet de *Spirographis Spallanzani* sur les tubes desquelles vivait tout un petit monde de Bryozoaires, d'Hydraires et d'Ascidies simples et composées. Au bout d'un mois, quelques jeunes Spirographes s'étaient déjà développées; mais les *Ciona intestinalis* avaient tellement pullulé qu'il s'en dressait sur toutes les pointes de rocher, sans compter celles qui s'étaient fixées sur la glace. Celle-ci était encore étoilée de jeunes colonies de Botrylloïdes; et de petites touffes de *Bugula neritina* commençaient à poindre de partout.

Il faut dire que ce sont là les animaux qui se multiplient le plus

sur les corps flottants, dans les eaux de notre port ; et, lorsqu'on doit procéder au nettoyage d'une embarcation qui n'a pas quitté les eaux d'Alger, on trouve sa coque revêtue d'un manteau brun de Bugules, avec quelques touffes plus claires de Scrupocellaires, et, pour ainsi dire, pas d'Algues. Du milieu de ce fouillis pendent, nombreux et serrés, les longs tubes de la grande Spirographe, souvent encroûtés par les masses irrégulières du *Cellepora spongites*, ou couverts d'une toison d'Hydraires : *Campanularia*, *Eudendrium*, *Clava*, *Sertularia*, *Aglaophenia*, etc., dominée par les têtes élégantes de la *Tubularia larynx*. Quant aux Ascidies, elles ne se trouvent que par groupes épars. Il s'agit donc là d'animaux relativement peu difficiles ; mais il est évident qu'ils se trouvaient chez nous dans d'excellentes conditions ; et rien que leur pullulation, sans parler de celle des Algues, aurait absolument exigé, à bref délai, le nettoyage complet du bac.

Tous les aquariums de la station n'ont cependant pas eu la même fortune ; et plusieurs ont été envahis, à diverses reprises, par des Algues filamenteuses du genre *Beggiatoa*, qui forment, d'abord sur les touffes d'Algues, et surtout sur les Ulves, des sortes de toiles d'araignée grisâtres qui s'étendent ensuite sur les rochers, et dans les mailles desquelles pullule une curieuse Diatomée, absolument incolore.

Les *Beggiatoa* sont connues pour habiter soit les eaux douces, soit les eaux marines où se trouvent des substances en putréfaction. Quant à la Diatomée, elle a été observée à Alger, en 1880, par mon ami Maupas, bien connu dans la science par ses belles recherches sur les Infusoires. Elle a été revue dans les bacs de la station zoologique de Naples, en 1884, par Klebs, qui l'a mentionnée, en passant, dans la *Botanische Zeitung* de 1884 (p. 572) ; mais je ne pense pas que, jusqu'ici, elle ait été classée et nommée.

Dans les bacs envahis par ces Algues, les animaux succombaient très vite ; et quelquefois la mortalité s'étendait, en un seul jour, à presque tous les sujets, quelque diverse que fût leur nature : Crus-

tacés, Mollusques, Zoophytes. Il y avait toujours une odeur sulfureuse très forte ; et le seul moyen qui nous ait réussi pour désinfecter un bac sérieusement attaqué, fut de le laisser tremper à l'eau douce pendant plusieurs jours, en n'omettant pas de laver, également à l'eau douce, et mieux dans une lessive de soude, les graviers qui en garnissaient le fond.

C'est dans un des grands bacs de la station que le nouvel Anthozoaire a vécu pendant plus d'un mois et demi. Ce n'est que là que nous avons pu le voir à son état d'épanouissement parfait ; car, dans des vases de moindre dimension, les Polypes restaient plus ou moins rétractés.

La petite colonie était heureusement fixée sur un morceau de charbon assez facile à bien placer ; et, en le mettant tout près de la glace, en descendant derrière un écran blanc, je suis arrivé à la photographier à un grossissement de un et demi. Mais, comme l'épaisseur était trop grande pour que, dans ces conditions, tout fût au point en même temps, j'ai dû prendre des vues successives des différents plans.

Tous les groupes qui figurent sur le dessin d'ensemble (fig. 1), ont été pris tels quels sur les photographies ainsi obtenues. Quant au réseau des stolons, dont la teinte gris jaunâtre se détachait mal en photographie sur le fond noirâtre du charbon, il a été relevé à la chambre claire, dans la même position ; mais, pour simplifier le dessin, et bien montrer le réseau, ainsi que pour avoir des groupes à tous les degrés de rétraction, j'avais fait refermer, en les touchant, ceux qui se présentaient de face.

Enfin j'ai choisi, pour la figure 2, celui des groupes photographiés qui était le mieux épanoui ; et c'est un agrandissement photographique de cette image, qui m'a donné l'esquisse du dessin. Le port assez étrange de ces animaux se trouve donc fort exactement représenté ; et je ferai remarquer, une fois de plus, les avantages de la photographie pour reproduire rapidement et sûrement la physio-

nomie des animaux vivants. J'avoue qu'il m'eût été impossible de composer un dessin présentant le naturel et la variété d'attitudes que l'on trouve sur la figure 2, en regardant à la loupe des êtres sans cesse en mouvement, quand ils ne sont pas plus ou moins rétractés.

Les coupes que l'on voit sur la planche XX ont été faites, quelques-unes de 1/200e, la plupart de 1/400e de millimètre d'épaisseur, à l'aide du microtome à bascule. Suivant mon usage, aucune des figures n'est un schéma dressé d'imagination, ou un dessin formé de parties raccordées. Quelque simplifiée qu'en soit l'exécution, dans un travail qui n'a aucunement pour objet l'histologie des Anthozoaires, et se borne à mettre en évidence l'organisation d'un type, toutes les esquisses ont été scrupuleusement relevées, telles qu'on les voit, à la chambre claire.

La petite colonie que j'ai étudiée, ainsi, du reste, que la jeune pousse de corail dont je parlais plus haut, était, comme je l'ai dit, fixée sur un morceau de charbon tombé de quelque steamer; et nous l'avons recueillie en draguant dans la vase du port, à peu près au même endroit, par un fond de 12 à 15 mètres, en face de la batterie Algefna.

Tant qu'elle a vécu dans l'aquarium, l'état de contraction extrême que montrent quelques groupes de la figure 1 ne se produisait que lorsque la lumière solaire venait les frapper directement, ou sous l'influence d'une excitation mécanique. La contraction de *tous* les Polypes se produit *toujours* avant que la colonne basilaire, jusqu'alors à peu près cylindrique, ne commence elle-même à se rétracter; et cette rétraction de la colonne est le seul indice que j'aie pu reconnaître d'une conscience coloniale. En temps ordinaire, chacun des Polypes se contracte ou s'épanouit d'une façon tout à fait indépendante; mais, naturellement, les mêmes causes générales les influencent à peu près de même. Le matin, on voyait toujours la colonie en pleine activité; vers les dix heures, la lumière devenant assez vive

dans le bac, les groupes commençaient à se replier, mais d'une manière absolument indépendante : souvent un d'entre eux demeurant bien épanoui, tandis que tous ses voisins étaient contractés. Vers le soir, ils se rouvraient successivement ; et lorsque nous quittions l'aquarium, à la fin du jour, ils étaient de nouveau dans un état d'activité qui durait sans doute toute la nuit.

Le jour où nous l'avons recueillie, la Fasciculaire nous a tout d'abord fait penser au *Paralcyonium;* car, si la disposition des stolons est différente, l'apparence des groupes n'est pas sans présenter une certaine analogie, du moins à l'état de rétraction extrême où ils se trouvaient au sortir du filet de drague. Mais quand, au bout d'un temps assez long, les Polypes se décidèrent à s'épanouir, il fut aisé de reconnaître qu'il s'agissait d'un type bien distinct.

En effet, tandis que dans l'Anthozoaire étudié par H. Milne Edwards[1], la partie basilaire rigide est surmontée, à l'état d'expansion complète, d'une autre portion commune de dimensions encore plus grandes (50 à 55 millimètres contre 15 à 20), ramifiée à la manière d'un polypier d'*Alcyonium*, et portant des calices nombreux (plus de cinquante) et relativement fort petits (2 millimètres de diamètre); tandis qu'en un mot ce qu'on peut nommer le *polypier* est divisé en deux parties : l'une molle, rétractile, blanche, et d'une transparence presque parfaite ; et l'autre dure, à l'intérieur de laquelle celle-ci vient se replier ; chez la Fasciculaire, il n'y a pas d'autre partie commune que la base même; et, bien que les Polypes paraissent en grand nombre fixés les uns sur les autres, ou pour mieux dire incomplètement séparés, ils demeurent entièrement distincts jusqu'au niveau de la colonne basilaire ; ils sont fortement teintés, presque opaques ; chaque groupe en comprend un nombre fort restreint : dix à douze pour ceux qui sont bien développés ; et la dimension des calices est relativement beaucoup plus grande. Le diamètre de la couronne de tentacules peut atteindre en effet de 7 à 8 millimètres, tandis que la

[1] Mémoire sur un nouveau genre de la famille des Alcyoniens (Genre *Alcyonide*), *Annales des sciences naturelles, Zoologie,* 2e série, vol. IV, 1835.

hauteur totale d'un groupe n'est ordinairement que de 16 à 18, et dépasse bien rarement 20 millimètres.

J'ai donc jugé bon de donner une description détaillée de l'unique échantillon qui ait passé sous mes yeux ; et j'espère que, malgré les lacunes qu'il présente, ce petit travail sera accueilli avec quelque intérêt par les zoologistes.

Stolons. — Les stolons, assez aplatis, sont d'une largeur fort variable. De 2 à 3 millimètres aux points où les groupes sont jeunes, ils peuvent atteindre jusqu'à 7 ou 8 millimètres dans le voisinage de ceux qui sont bien développés. Ces stolons formaient, en s'anastomosant, un réseau à mailles irrégulières, dont un tiers environ se trouve représenté sur la figure 1, qui en montre la grandeur naturelle.

Ce réseau est recouvert, ainsi que la partie non rétractile des groupes, d'une légère couche gris jaunâtre de vase adhérente, qui donne l'apparence finement villeuse que l'on voit sur les tubes des Annélides céphalobranches de la famille des Sabelles. En menant une coupe perpendiculaire à la direction d'un des stolons (fig. 11), on le dirait creusé de canaux à contours fort inégaux et de dimensions très variables. Mais une série de coupes successives montre qu'il ne s'agit pas de canaux distincts, et que les lames qui les séparent ne se prolongent pas sur une grande longueur ; en un mot, qu'elles ne font que cloisonner d'une façon irrégulière une cavité anfractueuse, mais unique. On peut voir (sur la figure 8) cette cavité se continuer directement avec celle d'un Polype. Comme le montre la figure 11, il n'y a que des spicules petits et peu nombreux dans les stolons, dont les parois sont essentiellement constituées par la lame conjonctive (mésoderme ou pseudomésoderme) fort développée. Le revêtement endodermique des canaux, que nous verrons très important aux points de bourgeonnement, est, dans la longueur des stolons déjà bien formés, réduit à une simple assise de cellules (voir fig. 12, *en*). Il en est de même pour l'ectoderme proprement dit, composé de cellules plus petites, recouvertes d'une mince cuti-

cule à laquelle elles paraissent fort adhérentes, car elles se détachent généralement avec elle (*ec*, fig. 12). Quant à la lame conjonctive, sur laquelle on doit, je pense, adopter l'opinion de MM. Kowalewsky et Marion[1], elle présente, comme à l'ordinaire, un aspect cartilagineux ; et renferme, dispersées dans son épaisseur, des cellules qui ne se distinguent en rien de celles du plan ectodermique superficiel, et dans quelques-unes desquelles se développent les spicules. La lamelle fondamentale n'est point apparente, même aux plus forts grossissements, du moins sur les pièces qui ont subi la série des préparations nécessaires pour permettre les coupes.

Le réseau formé par les stolons est, nous l'avons dit, fort irrégulier ; et les groupes de Polypes y sont dispersés sans aucun ordre, aussi bien aux points d'anastomose ou de bifurcation que sur la longueur des branches isolées. La figure 1 montre bien cette irrégularité de disposition, ainsi que la grande différence de taille des groupes.

Chacun de ces groupes possède, ainsi que nous le disions plus haut, une *partie basilaire* rigide, au-dessus de laquelle les Polypes, ou pour mieux dire leur *partie libre*, viennent s'épanouir comme les fleurs d'un bouquet placé dans un vase.

Décrivons successivement ces deux parties :

Colonne basilaire. — La colonne basilaire commune, couverte d'une couche de vase adhérente, comme les stolons, présente la même couleur gris-jaunâtre, et le même aspect finement villeux. Elle nous offre à considérer une *face inférieure*, adhérente au corps étranger qui sert de support, et moulée sur lui comme la face inférieure des stolons, et une *surface externe*.

En détachant un groupe avec précaution, et en le regardant par la face inférieure, on voit assez nettement les lignes d'insertion des cloisons interpolypaires. Toutefois, à l'état frais, les parties minces qui correspondent au fond de chacun des Polypes, ne sont point

[1] Documents pour l'histoire embryogénique des Alcyonaires (*Annales du Musée d'histoire naturelle de Marseille, Zoologie*, vol. I, 1883).

déprimées ; et la figure 4 n'a pu être aussi nettement dessinée que par transparence.

Quant à la surface externe, lorsque le groupe est bien épanoui, on observe sur elle des sillons longitudinaux qui correspondent aux lignes de séparation des Polypes. Ces sillons, bien visibles sur les figures 1 et 2, disparaissent à l'état de rétraction extrême ; et sont peu visibles sur la figure 9, à cause de la contraction subie par les tissus pendant les préparations nécessaires pour l'inclusion dans la paraffine.

En outre de ces sillons longitudinaux, on en voit d'autres, transversaux, dont aucun ne fait entièrement le tour de la colonne, mais qui la divisent cependant en segments mal limités. Ces sillons sont également bien visibles sur la figure 2 ; et il est facile, en se reportant à la figure 5, de comprendre à quoi ils répondent. Cette figure 5 a été obtenue en faisant macérer un groupe dans une solution concentrée de potasse caustique, de manière à enlever toute la couche superficielle.

Cette préparation a mis en évidence les gros spicules verticaux que l'on voit à leur place, et en coupe, sur la figure 9, et isolés sur la figure 6, *a*. Ces grands spicules rendent impossible, par leur disposition verticale, toute flexion de la partie de colonne à laquelle ils correspondent : c'est la même chose, du reste, qui existe chez le *Paralcyonium*. Mais, en comparant la figure 8 du mémoire de Milne Edwards à ma figure 5, on constate que, tandis que chez le *Paralcyonium* les spicules sont entrecroisés de façon à donner une rigidité complète à toute la partie basilaire qui reste cylindrique, même à l'état de rétraction extrême, s'il faut en croire la figure 1 de Milne Edwards ; chez la Fasciculaire, les spicules, à peu près de même longueur, sont placés par rangées assez régulières, dont il faut quatre ou cinq pour faire la hauteur totale de la colonne. Les intervalles entre deux rangées consécutives de spicules verticaux, intervalles qui correspondent aux sillons transversaux superficiels, demeurant libres de spicules, ou, ce qui est le cas le plus fréquent, en présen-

tant seulement de transversaux, rien ne s'oppose à ce qu'il se produise, en ces points, un certain degré de flexion ; et c'est ainsi que s'explique l'état de rétraction extrême que montrent quelques-uns des groupes de la figure 1. Il est certain qu'en cet état la protection est bien mieux assurée que dans l'autre type.

Les coupes, fig. 8, 9, 13 et 16, finiront de bien faire comprendre la structure de la colonne basilaire. On voit que la muraille extérieure de cette colonne fait partie intégrante de chacun des Polypes marginaux, et que sa lame conjonctive (pseudomésodermique) se continue directement avec celle des cloisons interpolypaires. C'est la même disposition que l'on constate sur la figure 5 de Milne Edwards. Mais l'on ne trouve, chez la Fasciculaire rien qui corresponde aux *fibres longitudinales*, ou *tubes longitudinaux*, dont parle cet auteur, et qui ne sont que l'extrémité inférieure des Polypes périphériques des groupes du *Paralcyonium*. Le petit nombre des Polypes de la Fasciculaire explique fort bien, du reste, cette différence importante. Dans les cloisons interpolypaires, on ne trouve pas de spicules, du moins sur toute la hauteur de la colonne. Mais, au niveau de l'extrémité supérieure, au point où les divers polypes se séparent les uns des autres, ces cloisons s'épaississent et renferment des spicules d'assez forte taille (fig. 9 et 10). Comme en ce point il n'y a pas de revêtement vaseux, ils apparaissent par transparence ; et ce sont eux qui dessinent les lignes blanches que l'on voit sur la figure 3, et qui marquent si nettement le point de séparation des Polypes lorsqu'on regarde, bien en dessus, un groupe complètement épanoui. Ce sont eux aussi qui produisent l'apparence que l'on voit sur trois des groupes de la figure 1, alors que les Polypes sont à peu près entièrement rétractés et que la colonne ne l'est aucunement. Les coupes non décalcifiées, surtout celles menées vers le sommet de la colonne, présentent un très bel aspect dans la lumière polarisée.

Au point de vue histologique, il n'y a guère à ajouter à ce que nous avons dit au sujet des stolons. La couche ectodermique superficielle est absolument semblable à ce que nous l'avons vue là ; et

les cils vibratiles ont disparu, ainsi que les nématocystes. On ne les trouve guère, du reste, que vers l'extrémité supérieure des Polypes, et sur les bras. L'endoderme se compose principalement des grosses cellules (*en*), visibles sur les figures 18 et 19, qui présentent à peu près partout le même aspect, et renferment la matière colorante. C'est un type bien connu, ainsi que les cellules glandulaires *gl'*. Quant à la couche conjonctive de l'ectoderme (pseudomésoderme) qui est ici la plus importante, elle ne diffère guère de celle des stolons que par la présence des gros spicules dont nous avons déjà parlé. Ces spicules, présentant l'aspect et la structure ordinaires chez les animaux de ce groupe, sont d'un blanc pur ; et diffèrent ainsi de ceux du *Paralcyonium*, qui, d'après Milne Edwards, sont de couleur brune. La couche conjonctive présente à peu près la même épaisseur dans toute la hauteur de la colonne, sauf à l'extrémité supérieure, où les spicules de la dernière rangée sont notablement plus petits (fig. 6, *b*)[1]. Au-dessus d'eux, l'amincissement se poursuit très rapidement, comme on le voit sur les figures 8 et 16 ; et la couche conjonctive se réduit à une mince lamelle dans toute la partie rétractile des Polypes.

La région de transition présente souvent un aspect grisâtre, assez visible sur la figure 2. Cette apparence est due à ce qu'en ce point, qui n'est déjà plus envasé, la couleur sombre des cellules sous-jacentes se trouve masquée par l'épaisseur de la couche pseudomésodermique, creusée ici de nombreux canaux (*ca*), ou pour mieux dire de vacuoles, ainsi que dans la région marginale inférieure : comme on le voit sur les figures 16 et 13. Ces canaux ou vacuoles sont revêtus d'un épithélium à caractères peu tranchés ; de sorte qu'il est difficile de décider si l'on a affaire à des nids de cellules ectodermiques émigrées, comme sur la figure 12, ou, au contraire, à des canaux irréguliers, analogues à ceux des stolons, et dont, par conséquent, l'épithélium doit être de nature endodermique. Je n'ai pu arriver à

[1] Voir ce que l'on dit plus loin au sujet de l'accroissement de cette région.

découvrir une communication de ces cavités, ni avec l'intérieur d'un Polype, ni avec les canaux des stolons ; mais, je regarde toutefois comme vraisemblable que les plus grandes de celles de la région inférieure communiquent avec les canaux des stolons. Voyez à ce sujet la figure 13 *ca*. Dans le point rencontré par cette coupe, de même qu'à l'extrémité des stolons en voie d'accroissement, ces cavités sont bourrées de cellules qui en obstruent à peu près complètement la lumière, et que j'ai jugé inutile de porter sur le dessin.

Partie libre des Polypes. — Au point où les Polypes se séparent les uns des autres, leur couleur est d'un brun sépia très foncé ; mais cette nuance s'affaiblit bientôt ; les tubes deviennent un peu translucides, et laissent voir les lignes d'insertion des cloisons des Polypes. Puis la nuance se fonce de nouveau en arrivant à la région œsophagienne. Cette région, relativement fort courte, comme dans tous les Polypes de cette nature, est absolument opaque, et d'une nuance brune très foncée, qui se prolonge, en s'affaiblissant un peu, jusque vers l'extrémité des bras, et sur laquelle tranche vivement le collier de spicules dont nous allons parler. Les pinnules et la face orale des bras sont, ainsi que le disque, d'une nuance jaune verdâtre pâle.

On sait que la plupart des Alcyonaires portent, à la gorge des Polypes, des spicules de même nature que ceux que l'on rencontre dans le reste du corps. Il n'en est pas de même chez la Fasciculaire, où les spicules de cette région présentent une structure que je n'ai jamais vue signalée chez les animaux de ce groupe. Ce sont (fig. 7) de petites plaques ovales, légèrement étranglées en leur milieu, comme on le voit en les regardant à plat (*a*), et d'une épaisseur égale sur toute leur étendue (*b*). En les examinant à de forts grossissements, on y reconnaît des stries parallèles, disposées comme les barbes d'une plume dans chacune des moitiés du spicule ; leur réunion formant l'X au centre de figure. La présence de ces nombreux plans de clivage détermine une opacité presque absolue du spicule ; aussi le collier qu'ils forment est-il d'un blanc pur ; d'autant plus qu'en les regardant de l'extérieur du polype, on les voit toujours par leur

tranche. Il ne s'en trouve pas sur les bras, mais ils commencent presque aussitôt au-dessous du point d'union de ces bras ; et sont disposés, pour la plupart, parallèlement les uns aux autres, en chevrons, la pointe dirigée en bas, et correspondant à une ligne d'insertion de cloison. Ces lignes, régulières ou à peu près, sont réunies par des spicules disposés moins régulièrement dans la région médiane des loges ; de façon à produire l'apparence représentée sur les figures 1, 2 et 3. On ne trouve jamais qu'un fort petit nombre de spicules isolés au-dessous du collier ; mais le nombre de ceux qui le constituent peut offrir des variations considérables.

Le disque oral des Polypes montre fort bien, à l'état d'épanouissement parfait, le bourrelet qui entoure l'orifice buccal, et les lignes d'insertion des cloisons. Je n'ai pu arriver à faire mourir des sujets à cet état d'épanouissement parfait, bien que j'aie essayé tous les procédés recommandés dans ce but ; mais, néanmoins, les coupes : 10, passant fort près de la bouche ; 17, passant près de l'extrémité de la région œsophagienne ; et 9, menée à travers la colonne basilaire, suffiront à montrer l'anatomie de ces Polypes. La partie supérieure de l'œsophage doit présenter, avant toute déformation, une section à peu près rectangulaire, comme celle que Hickson[1] signale chez l'*Alcyonium* (fig. 2, pl. 50). Sur la figure 17, au contraire, on voit fort bien le sillon ventral à longs cils, ou *siphonoglyphe*, qui n'existe que vers la partie inférieure du tube œsophagien ; comme cela s'observe le plus souvent, d'après cet auteur. La forme de ce sillon ne ressemble exactement à aucune de celles représentées par lui ; mais c'est de la *Cœlogorgia palmosa* (fig. 3 de H.) que la Fasciculaire se rapproche le plus sous ce rapport ; et peut-être la similitude est-elle plus grande à l'état frais. (Le dessin de Hickson me semble, du reste, bien schématisé.) La figure 17 montre fort bien qu'à l'état de rétraction extrême du Polype, la lumière de la partie inférieure de l'œsophage se réduit, en dehors du siphonoglyphe, à une fente fort étroite.

[1] On the ciliated groove (Siphonoglyphe) in the stomodæum of the Alcyonarians *Philosophical Transactions*, 1883).

Les figures 18_1 et 18_2 représentent chacune une portion de l'ectoderme œsophagien, dans les points marqués respectivement 1 et 2 sur la figure 17. Toute l'épaisseur de l'ectoderme se trouve portée sur ces dessins, afin d'en faire ressortir les caractères différents. Une portion de l'endoderme est également figurée, pour montrer ses rapports ; car la lamelle fondamentale est invisible en ce point ; et, surtout dans la région 1, on voit souvent les extrémités des cellules ectodermiques s'enfoncer entre les cellules de l'endoderme.

Reproduction. — Ainsi que la plupart des Anthozoaires, la Fasciculaire est unisexuée ; et je n'ai pu observer qu'une colonie femelle. Aussi, bien qu'à la fin du mois de mai les Polypes fussent bourrés d'œufs de toute grosseur, je n'en ai pas vu se développer un seul. J'en donne seulement quelques figures pour servir de termes de comparaison avec les travaux déjà parus à ce sujet. La figure 15, notamment, est à comparer avec celle que donne Koch de l'œuf de la *Gorgonia Cavolini*[1] ; mais, si la coupe du noyau est fort nette, je n'ai pu trouver, dans mes séries, les corpuscules nucléolaires.

Je n'ai pas beaucoup plus à dire au sujet de la reproduction gemmipare qu'à celui de la reproduction sexuée. Il y a là une lacune que de plus nombreuses séries de coupes, sur les sujets qui me restent, arriveraient peut-être à éclaircir ; mais j'en ai déjà fait un nombre considérable sans parvenir à un résultat concluant, et ne puis consacrer plus de temps à ce sujet.

En regardant la figure n° 1, on voit, sur le côté gauche, que les groupes débutent, comme il était facile de le prévoir, par l'apparition, sur un stolon, d'un petit Polype solitaire. La situation ne tarde pas à se compliquer ; et même il semble que le bourgeonnement marche fort vite. Mais, dans quelles conditions exactes il se produit, c'est ce que j'ai le regret de n'avoir pu déterminer ; tous les Polypes, fort nombreux, que j'ai examinés à la loupe ou étudiés dans mes coupes, ayant leur cavité parfaitement distincte de celle de leurs voisins.

[1] Koch, Die Gorgoniden. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, pl. X, fig. 11.

Il semble, toutefois, bien difficile d'admettre que les Polypes nouveaux puissent être produits par un réseau vasculaire marginal, dont feraient partie les vacuoles (*ca*), que l'on voit sur la figure 16. Ce mode de développement, qui rapprocherait beaucoup la Fasciculaire de l'Alcyonium, est rendu encore plus invraisemblable par les observations de Milne Edwards sur le Paralcyonium, type évidemment beaucoup plus voisin. On doit donc admettre, jusqu'à preuve du contraire, que les Polypes nouveaux naissent directement sur un des Polypes déjà existants; et que, par conséquent, il n'y a que le Polype initial d'un groupe, celui qui naît du réseau stolonifère correspondant au lacis vasculaire de l'Alcyonium, qui puisse être, au point de vue de son mode de gemmation, rapproché des Polypes de ce dernier.

Si l'on observe que la hauteur de la colonne basilaire paraît d'autant plus grande que les Polypes du groupe sont plus nombreux, on serait porté à croire que le bourgeonnement se produit *au-dessus* de la région occupée par les grands spicules en palissade ; et que celle-ci s'accroît ensuite jusqu'à la hauteur du point de gemmation. La grande vascularité de la région de transition (fig. 16) semble démontrer qu'elle est en voie constante d'accroissement ; et c'est probablement par un développement encore incomplet, que l'on doit expliquer la petite taille que présentent presque toujours les spicules de la rangée supérieure.

Les Polypes de nouvelle formation se sépareraient, en ce cas, fort vite de ceux sur lesquels ils ont bourgeonné ; mais, comme la cavité des individus périphériques d'un groupe ne se prolonge pas toujours jusqu'à la base de la colonne, ou n'arrive jusque-là que fort rétrécie (voyez fig. 4 et 8), il est à supposer qu'elle ne l'atteint d'abord, et ne se régularise plus tard, que par suite de l'élargissement de cette colonne basilaire, suivant le secteur cylindrique correspondant.

Je ne veux pas, du reste, insister sur ces hypothèses, quelle que soit la probabilité que leur donne la ressemblance incontestable qui

existe avec le Paralcyonium ; et je terminerai ce court travail par quelques mots sur la position systématique du nouvel Alcyonaire.

Position systématique. — Claus, dans son traité de *Zoologie* (2e édition française, p. 283), divise l'ordre des Alcyonaires en six familles ; et la première d'entre elles, celle des *Alcyonidæ*, est à son tour divisée en deux sous-familles, celle des *Cornularinæ* et celle des *Alcyoninæ :* la première comprenant, soit des polypes isolés, soit des polypes naissant isolément de stolons ou d'une membrane basilaire ; la seconde caractérisée par un polypier formé par bourgeonnement latéral, et *constituant des masses lobées ou ramifiées.*

Dans son *Prodromus faunæ mediterraneæ* (p. 57), Carus adopte aussi cette division des Alcyonides[1]. Mais Koch, qui, dans l'ouvrage déjà cité, remanie complètement le groupement de ces animaux, divise l'ordre des Alcyonaires en trois sous-ordres, d'importance fort différente. L'un d'eux, en effet, ne comprend que l'ancienne famille des *Pennatulidæ ;* le second, une partie seulement de l'ancienne famille des *Gorgonidæ ;* tandis que celui des *Alcyonacea* renferme tout le reste du groupe.

Il a naturellement fallu subdiviser ce vaste sous-ordre ; et l'auteur y reconnaît en tout six familles, dont trois sont sans intérêt pour la discussion actuelle. Ce sont, en effet, celle des *Tubiporidæ*, celle des *Helioporidæ*, et une famille nouvelle des *Pseudaxoniæ*, formée des genres séparés de l'ancienne famille des Gorgonides. Restent donc les familles des *Haimæadæ*, des *Cornularidæ* et des *Alcyonidæ*. La première ne comprend que les genres *Haimœa* (*Monoxenia*) et *Hartea*. Les deux autres correspondent, à peu près, aux deux sous-familles admises par Claus ; sauf que les Cornularides se trouvent

[1] Je ne parlerai pas, au cours de cette discussion, de la classification proposée par Hickson, dans le mémoire cité plus haut. En voulant séparer d'une manière aussi absolue les types où la multiplication se fait par bourgeons naissant directement sur les polypes, de ceux où elle se fait par l'intermédiaire de stolons, cette classification, justement critiquée par Koch à un autre point de vue, avait déjà, au moment où elle a été proposée, l'inconvénient de laisser en dehors le *Paralcyonium*, où les deux modes se trouvent réunis.

privées, outre les genres ci-dessus, du genre *Sympodium ;* et que les Alcyonides gagnent ce dernier genre, et, en outre, le *Siphonogorgia*, qui formait à lui seul une famille dans la classification de Claus.

A propos de la place assignée ici au genre *Sympodium*, il faut remarquer que Koch dit avoir observé que ce polype, ainsi que le *Paralcyonium*, peut arriver à former des masses semblables à celles de l'*Alcyonium*, masses qui sont réunies par des stolons dépourvus de polypes (p. 7, note).

Je ne suis pas en mesure de discuter cette assertion ; car si j'ai vu parfois le *Sympodium*, c'est toujours sous sa forme ordinaire ; c'est-à-dire avec les polypes à peu près uniformément répartis sur la membrane basilaire ; et je n'ai pas encore rencontré le *Paralcyonium*, bien qu'il ait été observé, tout d'abord, sur la côte d'Alger.

S'il faut en croire, cependant, les travaux publiés sur ce dernier type, je ne suis pas d'avis qu'il doive rester aussi près du genre *Alcyonium ;* ni seulement dans la même famille (ou sous-famille), comme le pense Koch, avec Claus et Carus. Je crois qu'il doit plutôt être rapproché du type nouveau dont je viens de donner la description ; et former, avec la Fasciculaire, une famille (ou sous-famille, suivant les classifications) des *Fascicularines*, intermédiaire entre celles des *Cornularines* et des *Alcyonines*.

Si le genre *Sympodium* devra s'y ranger aussi. C'est ce que je me garderais de trancher avec les données actuelles. Quant aux deux autres, s'ils ne se rapprochent guère des Cornularines que par le réseau de stolons sur lequel se développent les groupes, ils me paraissent se distinguer nettement aussi des Alcyons proprement dits, par l'*extrême réduction* du lacis de vaisseaux qui transforme le *polypier* de ceux-ci en une sorte de masse spongieuse. On devra même probablement dire par son *absence* ; car je n'ai jamais vu les vacuoles de la région marginale supérieure (fig. 16, *ca*) communiquer avec l'intérieur des polypes ; et je ne crois pas qu'on puisse les considérer comme faisant partie d'un système de vaisseaux.

Il suffira de comparer ma figure 9 (*Fascicularia*), et la figure 5, de

Milne Edwards (*Paralcyonium*), avec le schéma (*Alcyonium*) du mémoire de Koch (fig. 17, p. 7), pour que la différence saute aux yeux.

A vrai dire, dans la Fasciculaire, et, autant que je puis en juger, dans le Paralcyon, il n'y a pas de *polypier* proprement dit. La coupe d'un groupe ne montre, en fait de cavités, que les cavités mêmes des polypes ; et le réseau interstitiel n'est représenté que par les canaux des stolons.

Mais comme, chez la Fasciculaire, cette disposition est plus évidente ; comme la forme extérieure se sépare aussi, d'une façon beaucoup plus nette, de celle des Alcyons ; je crois que c'est elle qui doit donner son nom à la nouvelle famille que je propose d'établir : famille qui serait caractérisée par le réseau de stolons unissant les divers groupes d'une même colonie, et l'absence de lacis vasculaire entre les polypes d'un même groupe.

Alger, 12 juillet 1888.

Dans un fort important mémoire, que je n'ai malheureusement reçu qu'après la mise en pages du présent travail (car sans cela je lui aurais fait la part qu'il mérite), le professeur Studer, de Berne, propose également une nouvelle classification des Alcyonaires (*Versuch eines Systemes der Alcyonaria*, in *Archiv für Naturgeschichte*, 53e année).

Il divise les ALCYONARIA en trois ordres : *Alcyonacea*, *Pennatulacea*, *Gorgonacea*.

Les *Alcyonacea* sont divisés à leur tour en sept familles : *Haimæadæ*, *Cornularidæ*, *Tubiporidæ*, *Xenidæ*, *Alcyonidæ*, *Nephthyidæ*, *Helioporidæ*.

Ici, encore, l'hésitation ne serait permise qu'entre les Cornularides et les Alcyonides ; et, pas plus que dans les classifications précédentes, les diagnoses de ces familles ne me semblent pouvoir comprendre la Fasciculaire, ni le Paralcyon.

Ce genre Paralcyon, Studer le laisse, comme ses devanciers, dans la famille des Alcyonides, dont il donne cependant la diagnose géné-

rale que voici : Polypier *charnu*, tantôt simple, tantôt divisé en lobes, ordinairement sans polypes dans la partie basilaire qui figure une tige. *Un cœnenchyme épais enveloppe le long tube du polype jusqu'à la partie œsophagienne rétractile.* Les cavités digestives des polypes sont mises en communication par un système de *gros* et de petits canaux nourriciers, etc.

Je regrette de ne point connaître le genre *Nidalia*, que Studer indique comme le plus près du *Paralcyonium ;* mais je crois qu'il ne saurait me réconcilier avec la terminologie employée par le savant bernois à propos de ce dernier type, ni modifier les idées que j'exposais dans les pages précédentes.

C. V.

EXPLICATION DES PLANCHES XIX ET XX.

Fig. 1. Fragment d'une colonie femelle de *Fascicularia Edwardsi,* fixée sur un morceau de charbon, et présentant des groupes de polypes à tous les états d'épanouissement ou de rétraction. Sur la gauche, la colonie est en voie d'accroissement. (Grandeur naturelle.)

2. Un groupe bien épanoui. Gross., 7 d.

3. Un groupe bien épanoui, vu exactement en dessus, pour montrer les lignes blanches que dessinent les spicules du sommet des cloisons. Gross., 2 d.

4. Vue, en dessous, de la surface de fixation d'un groupe : on voit par transparence les insertions des cloisons qui séparent les polypes. Gross., 2 d.

5. Un groupe traité par la potasse. Les polypes sont presque entièrement rétractés. La cuticule et une partie de l'ectoderme sont enlevées ; et l'on voit la disposition des gros spicules qui maintiennent la rigidité de la partie basilaire du groupe. Gross., 3 d.

6. Les diverses sortes de spicules, vues à un grossissement uniforme de 14 diamètres : *a,* gros spicules de la paroi basilaire ; *b,* spicules plus petits entremêlés avec les autres et plus fréquents vers le sommet de la paroi commune ; *c,* petits spicules de la gorge des polypes.

7. Spicules de la gorge des polypes, pour montrer leur texture cristalline : *a,* spicule vu à plat ; *b,* spicule vu par la tranche. Gross., 160 d.

8. Coupe verticale demi-schématique d'un groupe montrant les rapports des polypes. On n'a représenté que le mésoderme (ou pseudo-mésoderme). × 13.

9. Coupe transversale d'un groupe bien développé, passant au niveau de la ligne *ab* de la figure précédente : *ec,* ectoderme ; *en,* endoderme ; *sp,* spicules. Les cloisons n'ont été représentées en entier que pour un des polypes. Pour les autres, on a seulement marqué leurs insertions. × 26.

Fig. 10. Coupe transversale d'un petit groupe passant au niveau de la ligne *c d* de la fig. 8 : *ec*, ectoderme ; *ec'*, revêtement ectodermique de l'œsophage; *en*, endoderme; *sp*, spicules. Les cloisons n'ont été également ici figurées que pour un des polypes. La coupe a rencontré les autres très obliquement. × 26.

11. Coupe transversale d'un stolon pour montrer les canaux dont il est creusé: *c*, cellules dans l'épaisseur de la couche mésodermique. × 26.

12. Fragment de la même coupe, × 250. La cuticule, en se détachant, a entraîné avec elle une partie des cellules ectodermiques ; les autres sont restées en place.

13. Coupe longitudinale (ou verticale) du bord d'un groupe (région *e* de la coupe fig. 8) pour montrer les canaux (*ca*) dont est creusé la couche mésodermique. En outre, on voit les œufs bien développés au fond des polypes : *o*, œufs encore renfermés dans leur follicule ; *o'*, œufs dont le follicule est rompu. × 26.

14. Œufs mûrs, non fécondés : *a*, vue dans l'eau de mer ; *b*, ayant subi toutes les préparations expliquées dans le texte, et fortement diminués de volume. × 60.

15. Coupe passant par le noyau de l'œuf *b*, × 250 : *cu*, cuticule ; *v*, granulations vitellines ; *n*, noyau.

16. Coupe longitudinale (ou verticale) passant par la région *f* de la figure 8 pour montrer le passage de la partie rigide à la partie rétractile d'un polype situé au bord d'un groupe. On voit les nombreux canaux ou vacuoles (*ca*) dont est creusé le mésoderme en ce point. C'est ce qui produit l'apparence grisâtre visible sur la figure 2. × 60.

17. Coupe transversale d'un polype dans la partie inférieure de la région œsophagienne, × 60, montrant les cloisons *cl* et leurs muscles *m* ; *l*, lumière de l'œsophage ; *s*, sillon cilié situé du côté ventral (siphonoglyphe) ; *ec*, ectoderme du polype ; *ec'*, ectoderme de l'œsophage ; *en*, endoderme.

18. (1), portion de l'ectoderme œsophagien au point marqué 1 sur la figure 17 ; *gl*, *gl'*, cellules glandulaires de l'ectoderme ; *gl''*, cellule glandulaire de l'endoderme ; *en*, cellule endodermique ordinaire ; (2), portion du même ectoderme œsophagien au point marqué 2 sur la figure 17, c'est-à-dire au bord du sillon cilié. × 250.

19. *n*, cellules à nématocystes ; 1, le nématocyste est vu de côté ; 2, il est vu de face ; *ec*, cellule ectodermique ordinaire ; *m*, cellule musculaire de l'ectoderme ; *en*, cellule endodermique ordinaire ; *gl''*, cellule glandulaire de l'endoderme. × 725.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DE

LA MASSE NERVEUSE VENTRALE

(CORDONS PALLÉAUX-VISCÉRAUX)

ET DE LA COLLERETTE DE LA FISSURELLE

PAR

LOUIS BOUTAN,

Docteur ès sciences naturelles,

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Lille.

INTRODUCTION.

En lisant le numéro du *Zoologischer Anzeiger* du 18 avril 1887, je trouvai un article de M. Bela Haller, intitulé : *Erwiederung an Herrn docteur L. Boutan.*

Je pris connaissance de ces quelques pages et j'éprouvai, je l'avoue, un vif sentiment de surprise en voyant le mode de polémique adopté par l'auteur.

J'avais critiqué, il est vrai, dans un mémoire précédent quelques-unes des théories émises par lui au sujet des Aspidobranches, mais je croyais l'avoir fait scientifiquement et avec toute l'urbanité requise entre savants qui s'estiment. Je fus donc péniblement choqué de trouver dans la réponse de M. Bela Haller, mêlée à quelques arguments contre mon travail, une imputation des plus blessantes.

Je crois que sous peine de manquer son but, une discussion scientifique doit rester scientifique et j'estime que sur ce terrain, un argument personnel n'a jamais rien prouvé et ne prouvera jamais rien. Quand un auteur soutient une opinion, il semble avant tout nécessaire de voir si les faits viennent confirmer ses conclusions, et,

je crois, qu'on doit toujours supposer *a priori* qu'il défend ses idées avec une entière bonne foi.

Tel n'est pas, paraît-il, l'avis du savant allemand ; et M. Bela Haller se permet, dans la réponse précédemment citée, de laisser entendre que je n'ai soutenu la théorie énoncée à propos de la masse nerveuse que pour être agréable à M. de Lacaze-Duthiers.

Je traduis, d'ailleurs, pour l'édification du lecteur, le passage en question :

« Ainsi, les élèves de M. de Lacaze-Duthiers se groupent autour de leur maître et jurent d'après ses paroles sans prendre la peine de jeter un regard critique sur la question ; ou, pour mieux dire, ils analysent la question, mais ils mettent trop de parti pris pour pouvoir reconnaître la vérité, et ainsi M. Boutan, qui devait constater par ses coupes transversales que la masse nerveuse ventrale (Pedalsstrange) est une masse unique, n'en veut rien savoir. Il est donc un de ceux à qui le fait n'a pas ouvert les yeux. »

Ainsi, selon M. Bela Haller, c'est par parti pris et pour plaire au maître que j'ai soutenu cette opinion ! Je ferai remarquer à M. Bela Haller que, puisque je n'ai pas l'honneur de le connaître, pas plus qu'il n'a l'honneur de connaître mon maître en zoologie, son argument manque de base et n'a, par suite, aucune valeur.

Enfin, pour clore cet incident, je dirai encore à M. Bela Haller que, si dans mon travail je m'étais trouvé en contradiction formelle avec le savant professeur dont j'ai suivi les leçons et qui m'a fait l'honneur de m'admettre dans ses laboratoires, j'aurais sans aucun doute hésité longtemps et contrôlé avec plus de soins encore les faits que je constatais. Un nouveau venu dans les sciences naturelles ne doit-il pas se garder de contredire imprudemment un observateur rompu aux difficiles recherches de la zoologie ? Mon honorable contradicteur doit-être de cet avis. Mais, je ne permets à personne de dire qu'une fois ma conviction faite je puisse consentir à dénaturer sciemment la vérité.

Il est inutile d'insister plus longtemps sur ce sujet et je crois avoir

répondu suffisamment à l'argument personnel de M. Bela Haller. Je passe maintenant à ce que je considère comme la seule partie sérieuse de sa note, aux arguments scientifiques par lesquels il prétend démontrer que la masse nerveuse ventrale de la Fissurelle est une formation exclusivement pédieuse, du moins quant à sa partie inférieure. Ces derniers arguments, et ceux-là seulement, méritent de fixer mon attention. Il me plaît de croire que si M. Bela Haller soutient une théorie contraire à celle qu'a émise tout d'abord M. de Lacaze-Duthiers, il le fait avec une entière bonne foi et non pour plaire à ses maîtres en zoologie.

Les arguments employés par M. Bela Haller, dans la réponse à laquelle je fais allusion, sont plutôt des arguments d'ordre négatif, puisqu'il se contente de réfuter les raisons données dans mon mémoire sans apporter aucun fait nouveau par rapport à ceux qu'il avait déjà cités antérieurement. Je crois qu'on peut les résumer ainsi :

« La présence du sillon qui semble indiquer une séparation dans la masse nerveuse *n'a pas d'importance*, car ce sillon est *superficiel*, c'est une *formation secondaire*, car il *manque absolument* chez les Patelles et les Chitons.

« La présence de deux ordres de nerfs se détachant, les uns latéralement, les autres inférieurement, de la masse nerveuse et se rendant, les uns à l'épipodium (collerette ou manteau inférieur), les autres au pied, ne prouve rien, puisque l'épipodium fait partie du pied.

« Enfin, *la figure* 40 du mémoire de l'auteur que j'avais indiquée comme pouvant nous aider à prouver *la double origine* de la masse nerveuse, bien loin de pouvoir servir à cette démonstration, prouve au contraire, avec évidence, que la masse nerveuse *est simple* et *non constituée par deux centres fusionnés*. « S'il se trouve quelqu'un, dit « l'auteur, pour qui cette conformation non composée ne soit pas « prouvée par ce dessin, je cesserai alors de discuter ; parce que ce « serait du temps perdu. Alors M. Boutan pourra continuer à dé-

« fendre sa manière de voir. Il peut croire à ses propositions tant « qu'il voudra, et ceux qui veulent s'en tenir à ce vieux préjugé « peuvent être d'accord avec lui. Mais je doute qu'il trouve beaucoup « de partisans. »

Voilà les objections de l'auteur résumées aussi clairement que possible. Pour lui, le sillon superficiel ne prouve rien : l'épipodium est une formation pédieuse, la masse nerveuse est unique et ceux qui soutiennent le contraire le font par une étrange aberration de l'esprit, à l'aide d'une pétition de principe. Ils disent, toujours d'après M. Bela Haller, l'épipodium fait partie du manteau, parce que ce sont les nerfs latéraux de la masse nerveuse qui innervent cet épipodium, les nerfs latéraux de la masse nerveuse sont des nerfs palléaux, parce qu'ils innervent l'épipodium.

Il est certain que, posée ainsi, la question se simplifie, et que si réellement les arguments donnés en faveur de la théorie que nous défendons se réduisaient à cette dernière proposition, la cause serait entendue.

Malheureusement pour l'auteur allemand, il n'en est pas tout à fait ainsi, et je renvoie le lecteur à la page 160 du mémoire incriminé, où je dis :

« Je crois que le système nerveux de la Fissurelle, malgré son apparence aberrante, peut se ramener au système nerveux typique des Gastéropodes.

« La masse nerveuse ventrale est constituée par les deux premiers ganglions asymétriques et les deux ganglions pédieux fusionnés et étirés sous forme de chaîne.

« Les deux ganglions branchiaux ne sont que des dépendances des ganglions asymétriques, de simples ganglions de renforcement.

« On trouve donc, comme chez tous les Gastéropodes typiques, deux ganglions cérébroïdes, reliés : d'une part, à cinq ganglions asymétriques et, d'autre part, à deux ganglions pédieux. On peut résumer de la façon suivante les raisons qui me conduisent à admettre cette structure compliquée de la masse nerveuse :

« 1° La présence de deux connectifs partant du sommet de la masse nerveuse ventrale ;

« 2° L'existence de deux commissures reliant cette masse aux trois ganglions asymétriques inférieurs ;

« 3° La présence d'une ligne de séparation visible par simple dissection à la surface dorsale de la masse pédieuse ;

« 4° L'existence de deux ordres de nerfs, les uns latéraux supérieurs, les autres inférieurs, qui prennent leur origine en des points différents de la masse nerveuse ventrale, et qui innervent, les uns, la collerette et le *manteau*, les autres, le pied ;

« 5° Enfin, l'homogénéité de cette masse nerveuse considérée dans toute sa longueur sur des coupes, et qui ne permet pas d'admettre que les premiers ganglions asymétriques n'occupent que la partie supérieure de la masse nerveuse. »

Le lecteur peut se convaincre, par la citation précédente, qu'il y a loin des arguments, que me prête M. Bela Haller, à ceux que j'ai réellement employés.

Je ne vois pas que l'auteur ait songé à discuter les deux premiers qui sont irréfutables. Est-ce donc une simple vue de l'esprit que la présence des *deux connectifs reliant de chaque côté la masse nerveuse ventrale aux ganglions cérébroïdes?* Si la masse nerveuse est uniquement pédieuse, chez quel mollusque l'auteur a-t-il vu un pareil fait se produire? Dans quel gastéropode l'auteur a-t-il vu les ganglions asymétriques s'unir aux ganglions pédieux et non aux ganglions cérébroïdes? Est-ce une pétition de principe de dire que la masse nerveuse fournit deux ordres de nerfs : les latéraux qui innervent *la collerette et le manteau* et les inférieurs qui innervent le pied, donc les nerfs latéraux sont des nerfs *palléaux*?

N'est-il pas étrange de voir l'auteur me reprocher une confusion qui n'existe que dans son esprit et une contradiction apparente que la lecture de mon mémoire ou la simple analyse des conclusions de mon travail lui aurait expliquée.

Je constate une fusion intime dans l'intérieur de la masse ner-

veuse entre les deux centres. La reproduction fidèle de mes coupes m'obligeait donc à montrer que les deux centres sont entièrement unis.

Je constate d'autre part que cette fusion intime n'est qu'apparente, mais qu'en réalité les deux centres n'en existent pas moins, et je traduis la chose dans un schéma, c'est-à-dire une figure destinée à résumer ma pensée. Y a-t-il là une contradiction? — Non, car si les deux centres sont histologiquement fusionnés, ils sont morphologiquement distincts. Mes dessins reproduisent le premier fait, mon schéma est destiné à faire comprendre le second.

D'ailleurs, avant de me décider à publier cette note, j'avais résolu de faire de nouvelles recherches que je vais exposer dans le cours de ce travail.

Avant de terminer ce chapitre, je citerai un important mémoire de M. E.-L. Bouvier, qui a paru depuis la publication de la note de M. Bela Haller.

Je fais observer à M. Bela Haller que M. Bouvier n'est pas élève de M. de Lacaze-Duthiers.

Dans ce travail sur le système nerveux des Prosobranches que je ne puis malheureusement analyser ici, car il a une étendue beaucoup trop considérable, l'auteur, qui a passé en revue les principaux types de ce groupe, arrive à une conclusion contraire à celle de M. Bela Haller et se rallie complètement aux idées émises tout d'abord par M. de Lacaze-Duthiers.

Il me suffira de citer cette phrase typique de l'auteur : « A l'origine (chez les Prosobranches), les ganglions pédieux sont confondus avec les palléaux dans un ensemble ganglionnaire, les cordons palléaux pédieux. »

A l'époque de la publication du mémoire de M. Bouvier, je m'occupais moi-même au laboratoire Arago, de Banyuls-sur-Mer, d'une nouvelle étude relative à la masse nerveuse ventrale de la Fissurelle. J'espérais trouver de nouveaux arguments, puisque ceux exposés par les différents auteurs n'avaient pas suffi

à apporter la conviction dans l'esprit du zoologiste allemand.

Je résolus d'étudier cette masse nerveuse ventrale, non plus chez l'adulte, mais dans les formes larvaires de la Fissurelle. Cette étude, me semblait-il, devait montrer si réellement cette masse nerveuse est constituée par le centre pédieux seul ou par les deux premiers ganglions du centre asymétrique et les ganglions pédieux intimement accolés. J'espérais pouvoir obtenir (les animaux dont je m'occupais étant de très petite taille) des séries de coupes complètes, reproduisant fidèlement l'aspect de la masse nerveuse et permettant d'en suivre les plus minimes modifications de structure par une transition tout à fait insensible. Ces coupes ont porté sur des animaux à des stades divers, depuis la forme enroulée jusqu'à celle voisine de la forme adulte.

Les animaux qui ont servi à cette étude étaient des larves de la *Fissurella Gibba*, depuis le stade Rimule le plus jeune, jusqu'au stade le plus avancé. Les préparations ont été fixées dans de l'acide azotique à 4 pour 100 employé à la température de la glace fondante, et colorées en masse par l'hématoxyline de Kleinemberg.

Ce travail était achevé quand a paru, dans le *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, une note extraite des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CV, n° 14, p. 578, par M. Paul Pelsener. L'auteur, dans cette note de quelques pages, conclut de ses dissections sur le Trochus qu'il existe, à la surface de la masse nerveuse ventrale, un sillon superficiel, mais que cette conformation particulière du cordon pédieux résulte, non pas d'une fusion apparente de deux centres différents, mais d'un commencement de séparation dans un centre unique, spécialisation amenée par le développement de l'épipodium. Le sillon longitudinal n'est donc, d'après l'auteur, que l'analogue des sillons que l'on observe dans les ganglions cérébraux de nombreux Gastéropodes, sillons qui limitent l'origine de différents groupes de nerfs.

Quant au ganglion pleural (premier centre asymétrique), il se trouve au commencement du cordon pédieux, à la naissance de la

commissure viscérale, chez le Trochus et tous les Rhipidoglosses.

En admettant qu'il se continue dans la partie dorsale du cordon pédieux, on est amené à commissurer les ganglions pleuraux, comme l'a fait M. de Lacaze-Duthiers, alors que, chez aucun Mollusque, dit l'auteur, les ganglions pleuraux ne sont commissurés.

Cette note, on le voit, paraît confirmer les idées de M. Bela Haller, au sujet de la masse nerveuse. Il est cependant une affirmation que je retiens, c'est celle-ci : « *Quant au ganglion pleural* (*premier centre asymétrique*), *il se trouve au commencement du cordon pédieux, à la naissance de la commissure viscérale.* » Je note seulement cette affirmation de l'auteur que je discuterai dans un travail spécial sur le Trochus.

En terminant ce chapitre, je relèverai encore cette citation de l'auteur :

« M. Boutan avait aussi exprimé l'avis que les papilles pédieuses du Parmophorus (homologuées à la collerette ou épipodium de Haliotis) sont de nature palléale, et en 1885 il défendit cette même thèse en s'appuyant sur l'étude de diverses Fissurellides où le cordon pédieux est aussi formé, d'après lui, par deux parties distinctes, qu'il représente séparément, dans un schéma seulement, mais qui se voient continues dans les coupes transversales. »

Si l'auteur s'était souvenu des conclusions de mon mémoire, il aurait vu que la figure toute théorique à laquelle il fait allusion n'était destinée qu'à expliquer ma pensée, et le passage suivant, tiré de mes conclusions, n'aurait pu lui laisser de doute :

« Enfin l'homogénéité de la masse nerveuse considérée dans toute sa longueur sur des coupes, et qui ne permet pas d'admettre que les premiers ganglions asymétriques n'occupent que la partie supérieure de la masse nerveuse. »

Il me semble inutile de discuter séparément les opinions des deux auteurs, puisqu'elles sont identiques au fond, et, en répondant à l'un, je croirai avoir répondu à tous les deux.

I

DESCRIPTION DES COUPES REPRODUISANT L'ASPECT DE LA MASSE NERVEUSE VENTRALE DANS LES LARVES DE FISSURELLES AU STADE RIMULIFORME JEUNE.

Ne pouvant, dans ce mémoire, reproduire une grande quantité de dessins, j'ai dû opérer un classement minutieux et choisir parmi mes préparations celles qui me paraissaient de nature à bien éclaircir la question.

Je me suis décidé à reproduire les principales coupes d'une Fissurelle à deux états. La première série (pl. XXI) représente une larve de Fissurelle au commencement du stade rimuliforme. La seconde série (pl. XXII et XXIII) représente une larve de Fissurelle à un stade plus avancé. Avant de discuter ces coupes, nous allons les décrire tout d'abord avec quelques détails.

COUPE N° 1.

Cette coupe ne représente pas la première de la série ; elle correspond à la neuvième. Il m'a paru inutile, en effet, de reproduire les premières coupes qui intéressaient la partie antérieure de l'animal : d'abord le manteau, puis le mufle. Les coupes passant par les ganglions cérébroïdes n'ont également pas été figurées. La coupe n° 1 passe par la partie antérieure de la masse nerveuse, un peu en avant de l'orifice branchial supérieur du futur trou apical, *o*.

Cette coupe ne donne qu'une moitié de l'animal, et les organes viscéraux, œsophage, radula, etc., n'ont pas été représentés.

Le manteau, *m*, est encore détaché du corps et flotte librement, recouvrant la partie supérieure de l'animal dans toute la partie protégée par la coquille.

Dans l'animal figuré sur la planche (XXI), et qui appartient au stade rimuliforme jeune, le trou supérieur de la cavité branchiale est en effet très rapproché de la partie antérieure de l'animal.

Vers sa partie moyenne, le manteau présente deux diverticules inférieurs, ou plutôt deux bourgeons, premiers rudiments des branchies. Ces branchies embryonnaires, *b*, sont constituées par un épithélium à cils vibratiles très longs, supportés par un stroma conjonctif.

Au-dessous, on distingue une formation nerveuse importante, un gros ganglion, *gb*, à cellules périphériques, c'est le représentant du ganglion branchial, qui déjà sur la larve a une réelle importance.

Au-dessous de ce ganglion, le manteau se rétrécit brusquement, pour s'élargir de nouveau aussitôt après, en formant une masse de tissu conjonctif à éléments très lâches, avec des noyaux clairsemés, masse limitée, sur toute la périphérie, par un épithélium à cellules aplaties.

Au-dessous du manteau, on distingue la paroi dorsale du corps, *l*, qui sert de plancher à la cavité branchiale, limitée, en haut, par le manteau.

Sur les côtés on aperçoit la collerette, *c*, et enfin, dans la partie inférieure le pied, P.

Le pied et la collerette se distinguent déjà très nettement à ce niveau par leur structure. La collerette est formée par un tissu conjonctif lâche, qui rappelle absolument celui que nous venons de décrire dans la partie inférieure du manteau. Il est limité, comme ce dernier, par un épithélium de revêtement à cellules aplaties.

Le pied, au contraire, est encombré d'éléments musculaires, et limité, dans sa région inférieure, par un épithélium à grosses cellules, très hautes et très serrées.

Quant à la masse nerveuse, dont une moitié seulement est figurée sur la coupe, elle montre déjà deux parties nettement distinctes : *ga* et *gp*. On n'observe pas, dans son intérieur, une division complète ; mais, par suite de la position des cellules nerveuses, disposées selon deux zones distinctes, la séparation entre les deux centres se trouve suffisamment indiquée. Extérieurement, un léger pincement représente le sillon qui indique la présence des deux cy-

lindres nerveux accolés, qui servent à constituer l'un des côtés de cette masse nerveuse. Une fois pour toutes, nous ferons observer, comme d'ailleurs nous l'avions déjà indiqué dans notre premier travail, que la masse nerveuse, quoique formée par deux centres, montre une cohésion telle des divers éléments formateurs, qu'il est impossible d'indiquer une limite purement anatomique, les cellules nerveuses se continuant, sans interruption, sur toute la longueur de la masse ; mais cette masse unique n'en est pas moins formée par deux centres accolés, ainsi que l'étude successive des coupes va nous le démontrer.

COUPE N° 2.

La coupe n° 2 correspond à la onzième de la série. Elle passe par la région antérieure du trou supérieur de la cavité branchiale (futur trou apical). Elle intéresse le manteau, la paroi supérieure du corps, l'œsophage, la radula, la masse nerveuse au niveau des otocystes, le pied et la collerette.

La partie gauche du manteau, du pied et de la collerette a été supprimée sur la figure.

Les parties du manteau, soudées à leur portion supérieure dans la précédente, sont libres, dans cette coupe, à cause de la présence du trou apical, *o*.

Au niveau de cet orifice, le manteau est renforcé par un épaississement. Il se divise en deux lèvres : l'une, la supérieure, mince et légère; l'autre, l'inférieure, épaisse et munie d'un épithélium à grosses cellules ; de plus, le pourtour de l'orifice est renforcé par des fibres musculaires.

Dans sa partie moyenne, le manteau, libre tout à l'heure, est soudé maintenant à la paroi du corps, constituant la fermeture latérale de la cavité respiratoire. Dans la cavité branchiale, ainsi limitée, on retrouve les deux lamelles branchiales décrites précédemment.

Au-dessous de son point de jonction avec le côté du corps, le manteau présente une surface plane et unie assez étendue ; c'est là que

va s'insérer le muscle important, *mc*, qui relie la coquille au reste du corps.

Ce muscle volumineux traverse obliquement le manteau, pour aller répandre ses fibres dans l'intérieur du pied, où il forme un très beau lacis de fibres musculaires divergentes.

Au-dessous de ce muscle, le manteau proprement dit redevient libre et, après un léger étranglement, forme de nouveau la masse conjonctive décrite dans la coupe précédente.

La paroi du corps, assez mince, est formée, dans la partie supérieure, par des fibres musculaires transversales, au-dessous desquelles on observe des faisceaux musculaires longitudinaux, dont on voit la section (fig. n° 2) sur toute la périphérie de cette paroi du corps.

L'œsophage, *œ*, très élargi, présente deux replis sinueux, qui le subdivisent en ces deux poches latérales si bien représentées chez l'adulte. Au-dessous on distingue la radula en formation. Plus bas encore, nous trouvons la masse nerveuse, qui occupe un volume considérable dans le corps du jeune animal.

Elle paraît à gauche subdivisée en trois parties. La partie la plus haut placée ne représente pas, comme on serait tenté de le croire au premier abord, la section de l'un des connectifs reliant la masse nerveuse aux ganglions cérébroïdes. La coupe de ces connectifs n'a pas été figurée ; et pour la représenter, il eût fallu recourir aux numéros 5, 6, 7 de la série, car la première coupe représentée passe au-dessous de ces connectifs. Cette masse nerveuse α représente l'origine de la commissure asymétrique gauche, qui réunit le troisième ganglion du côté droit au premier ganglion asymétrique du côté gauche. A droite, la masse nerveuse présente également deux parties à étudier : l'une, *gp*, qui supporte l'un des otocystes également représenté de l'autre côté et qui est le centre pédieux ; l'autre, *ga*, située du côté externe et qui se poursuit par un nerf ganglionnaire, β, le premier rudiment de la commissure droite qui réunit chez l'adulte le premier ganglion du centre asymétrique au troisième du côté opposé.

Quant à la masse nerveuse qui lui donne naissance, elle appartient au premier ganglion asymétrique du côté droit.

Cette coupe est donc fort instructive, car à ce niveau, grâce au départ de cette commissure volumineuse, nous sommes sûr d'avoir affaire au premier ganglion du centre asymétrique, et la présence des otocystes nous montre également que nous sommes en présence des ganglions pédieux. Ceci ne peut être douteux pour personne, et, cependant, nous voyons qu'en ce point les ganglions pédieux et asymétriques sont si intimement accolés qu'il n'existe aucune séparation histologique entre eux. Peut-on soutenir, cependant, qu'il n'y a là qu'un centre nerveux ?

Au-dessous de la masse nerveuse, nous trouvons le pied qui nous offre les mêmes caractères différentiels avec la collerette que dans les coupes précédentes.

La présence du muscle coquillier amène un changement d'aspect important, et il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 2, pl. XXI, pour constater que le manteau si semblable d'aspect avec la collerette offre maintenant une parfaite continuité avec cet organe.

COUPE N° 3.

Cette coupe correspond à la treizième de la série; elle passe par le milieu du trou supérieur de la cavité branchiale (trou apical). Comme la précédente, elle intéresse le manteau, la paroi du corps, l'œsophage, la radula, la masse nerveuse, le pied et la collerette.

Le contour du manteau et des branchies a été figuré dans cette coupe; son aspect est, du reste, sensiblement le même que dans la coupe précédente.

L'œsophage a été également figuré par deux simples lignes de séparation, et les cellules de l'épithélium ont été dessinées schématiquement.

Il n'en est pas de même de la masse nerveuse qui a été reproduite dans tous ses détails ; son étude étant le point principal qui nous intéresse.

Du côté droit, l'aspect de cette masse nerveuse ne s'est pas sensiblement modifié. La partie supérieure β offre cependant une légère différence, et commence à se pédicularisier et à se séparer du reste de la masse *ga* et *gp*.

Le reste de la masse nerveuse continue à présenter une grande homogénéité, les cellules verticales se poursuivent sur toute la périphérie ; mais, cependant, on constate encore un pincement au milieu de la masse qui indique la séparation du ganglion asymétrique (*ag*) et du ganglion pédieux (*ap*). Les deux parties symétriques gauche et droite de la masse nerveuse communiquent au niveau des centres pédieux par une commissure transversale, *y*.

Du côté gauche, nous constatons un changement important ; la commissure, α, qui unit chez l'adulte le premier ganglion asymétrique du côté gauche au troisième ganglion asymétrique du côté droit s'est séparée de la masse nerveuse et est devenue indépendante sur la figure 3, sans que cependant la masse nerveuse ait changé d'aspect. On reconnaît, en effet, dans cette masse nerveuse deux parties *ap* et *ag* qui correspondent au ganglion pédieux et au ganglion asymétrique du côté droit.

Le pied, la collerette, la partie inférieure du manteau sont également représentés du côté gauche; mais leur description étant sensiblement la même que dans la figure précédente, nous n'y reviendrons pas, pour éviter les répétitions.

COUPE N° 4.

Cette coupe, qui correspond à la quinzième de la série, passe un peu en arrière de la précédente. Elle intéresse donc l'orifice supérieur de la cavité branchiale (trou apical) dans sa région postérieure.

Comme dans la coupe précédente, nous retrouvons le manteau, la paroi du corps, l'œsophage, la radula, la masse nerveuse, le pied et la collerette.

Le manteau et l'œsophage ont été représentés pour indiquer la position relative des parties.

On remarquera seulement que l'œsophage est un peu refoulé latéralement du côté droit, par suite de la présence d'un amas de cellules nerveuses sur lequel nous allons revenir.

La masse nerveuse du côté gauche a changé notablement d'aspect. La partie supérieure β s'est détachée du reste de la masse et forme un îlot nerveux indépendant sur la coupe.

Le reste de la masse nerveuse présente toujours deux parties *ag* et *ap* correspondant aux ganglions asymétriques et pédieux gauches; mais *a g* paraît en contact avec un gros cordon nerveux, α, qui n'est autre chose que la commissure qui unit chez l'adulte le premier ganglion asymétrique du côté gauche au troisième ganglion du côté droit et que nous trouvions déjà dans la figure précédente. Nous ferons également observer que, quoiqu'il ne puisse exister aucun doute en ce point sur la nature tout à la fois pédieuse et asymétrique de ce côté de la masse nerveuse, il n'existe cependant aucune séparation histologique permettant de dire : ici s'arrête le centre asymétrique, là s'arrête le centre pédieux.

Tout au contraire, la séparation entre les deux parties *ag* et *ap* est moins accentuée que plus bas.

La commissure *y*, qui unissait les deux ganglions pédieux dans la partie précédente, n'existe plus ici. Enfin, la partie gauche de la masse nerveuse a conservé le même aspect que dans la figure précédente.

La collerette, le pied et la partie inférieure du manteau conservent la même apparence que dans les figures précédentes, c'est-à-dire que la collerette et le pied continuent à différer d'aspect, tandis que la structure du manteau, qui se trouve en continuité avec la collerette, rappelle absolument celle de cette dernière.

COUPE N° 5.

Cette coupe, la dix-septième de la série, passe dans la partie tout à fait postérieure de l'orifice branchial supérieur.

Comme dans les précédentes, le manteau, l'œsophage et la paroi

du corps ont été représentés schématiquement, et nous n'insisterons que sur la masse nerveuse, le pied, la collerette et la partie inférieure du manteau.

Les deux parties de la masse nerveuse ont pris un aspect uniforme, et, dans chacune d'elles, on distingue plus facilement encore que dans les figures précédentes deux parties *ag* et *ap* correspondant aux deux premiers ganglions asymétriques et aux deux ganglions pédieux fusionnés.

Dans la partie supérieure de la coupe, on retrouve l'amas de cellules nerveuses β séparé de la masse nerveuse par un repli du tube digestif *d*.

Quoique l'aspect du pied, par rapport à la collerette et au manteau, soit très frappant dans cette coupe, nous n'y insisterons pas, renvoyant à ce que nous avons dit plus haut.

COUPE N° 6.

Sous peine de multiplier hors de proportion les dessins relatifs à ce travail, nous ne pouvions continuer à donner de deux en deux les coupes suivantes, qui n'offrent, d'ailleurs, que bien peu de différences au point de vue qui nous occupe.

Nous avons donc reproduit la vingt et unième de la série. Cette coupe, dont il n'a du reste été figuré que la moitié gauche, intéresse, comme les précédentes, le manteau, la paroi du corps, le tube digestif, la masse nerveuse, la collerette et le pied.

Le tube digestif n'a pas été figuré, sauf dans la partie supérieure où nous trouvons le rectum, qui n'avait pas encore apparu dans les coupes.

La cavité branchiale a disparu ou du moins s'est très considérablement réduite.

La masse nerveuse est toujours divisée en deux parties ; et, dans la portion droite, la seule qui soit représentée sur la figure 6, on distingue une séparation très évidente entre la portion *ag* et *ap* représentant le ganglion asymétrique et le ganglion pédieux étiré.

La distinction entre le pied et la collerette s'accentue encore, le pied perdant de plus en plus de son importance, et il suffit de jeter un regard sur la figure 6 pour voir le rapport évident qui existe entre la collerette et le manteau, qui tendent à se confondre en un seul et même organe.

COUPE N° 7.

Dans la figure n° 7 qui représente la vingt-deuxième de la série, la masse nerveuse conserve le même aspect. Le pied P continue à diminuer d'importance, et la collerette et le manteau contractent des rapports de plus en plus intimes. Dans cette figure, on n'a représenté que la partie inférieure du manteau, la collerette, le pied et la portion droite de la masse nerveuse.

COUPE N° 8.

Dans la figure n° 8, qui correspond à la vingt-quatrième coupe de la série, les mêmes parties que dans la coupe précédente ont été représentées. La masse nerveuse a été figurée entièrement. Sur ce point, en effet, elle offre un réel intérêt. La coupe passe par la portion terminale de la partie de la masse nerveuse correspondant aux deux premiers ganglions asymétriques *ag*. Il existe en ce point une commissure transversale *z*, qui réunit les deux parties *ag ;* la portion pédieuse de la masse se poursuit seule, ainsi qu'on le voit dans les coupes suivantes.

Quant à la collerette, au pied et au manteau, les particularités signalées plus haut s'accentuent encore, et le pied P, coupé un peu obliquement, se sépare nettement de la collerette et du manteau *c* et *m*.

COUPE N° 9.

La coupe n° 9, qui correspond à la vingt-septième coupe de la série, représente les mêmes parties que dans les coupes précédentes.

La masse nerveuse très réduite est uniquement constituée par deux bandelettes pédieuses *gp*.

Le pied, coupé dans sa portion terminale postérieure, est nettement séparé de la collerette et du manteau, qui ne forment plus qu'un seul et même organe.

COUPE N° 10.

La coupe n° 10 représente la vingt-neuvième de la série, c'est la dernière que nous figurons; les coupes suivantes portant sur le tortillon et n'offrant pas d'intérêt au point de vue qui nous occupe. La masse nerveuse a complètement disparu, le pied n'est plus représenté que par quelques fibres musculaires coupées très obliquement. La collerette et le manteau ne sont plus qu'un seul et même organe, en parfaite continuité l'un avec l'autre, et offrant identiquement la même structure.

L'aspect est tellement semblable que l'un de mes honorables contradicteurs pourrait être porté à penser que c'est la portion terminale du manteau et que la collerette n'est plus représentée ici. Quoique la série des coupes ne puisse laisser aucun doute à cet égard, il existe encore une preuve plus convaincante, c'est la présence du sinus, qui règne dans toute l'étendue de la collerette, et qui, en ce point, vient constituer un canal unique, empêchant ainsi toute erreur d'interprétation.

II

DESCRIPTION DES COUPES REPRODUISANT L'ASPECT DE LA MASSE NERVEUSE VENTRALE DANS LES LARVES DE FISSURELLE, A UN STADE RIMULIFORME AVANCÉ.

La première série de coupes figurées ci-dessus me semble de nature à lever tous les doutes, et elle nous suffit à tirer hardiment des conclusions en faveur de la théorie émise par M. de Lacaze-Duthiers. J'ai pensé, cependant, qu'il était bon de figurer également une série de coupes portant sur un animal plus âgé et ayant atteint un stade rimuliforme avancé.

C'est cette nouvelle série de coupes que nous allons étudier dans le chapitre qui va suivre.

Comme précédemment, je me bornerai à une description détaillée, réservant la discussion des faits pour un dernier chapitre.

COUPE N° 11.

Cette coupe transversale passe dans la région céphalique, à peu près au niveau de la bouche, un peu en arrière cependant. Il m'a paru inutile de figurer les coupes précédentes, qui portent sur la région antérieure de la tête et sur la portion terminale du manteau, ces coupes n'offrant pas d'intérêt au point de vue qui nous occupe.

Cette coupe, qui porte le n° 11, représente donc en réalité la sixième de la série en partant de la région antérieure de l'animal. Elle intéresse le manteau, l'œsophage dans sa partie la plus supérieure, les deux tentacules, le point de départ de la commissure œsophagienne, les deux ganglions cérébroïdes, la radula et ses deux cartilages de soutien, enfin les deux lèvres charnues qui limitent inférieurement la bouche du jeune animal.

Le manteau, continu dans toute son étendue, est complètement séparé du corps à ce niveau et flotte librement au-dessous de la coquille dont on aperçoit la trace, malgré la décalcification opérée pour effectuer les coupes.

Le manteau offre dans ses deux tiers supérieurs un repli qui constitue la branchie, et dans son tiers inférieur, on distingue déjà le nerf palléal qui se voit plus nettement dans les coupes suivantes.

Au-dessous du manteau se trouve la paroi propre du corps formant le plancher de la cavité branchiale, dont la face inférieure du manteau constituait la voûte.

Cette paroi est mince dans toute la région supérieure; elle s'épaissit : latéralement pour constituer les tentacules et inférieurement pour former la lèvre.

Les tentacules, fortement rétractés malgré les précautions prises pour fixer les animaux, forment un tissu compact constitué surtout

par un lacis de fibres musculaires. Sur leur face supérieure, on distingue le pigment de l'œil intéressé dans sa partie supérieure par la coupe.

La lèvre épaisse et musculeuse est bordée d'un épithélium à grandes cellules qui se continue en s'atténuant sur les tentacules ; la séparation, qu'on aperçoit dans la partie inférieure de la lèvre, s'explique par la forme en fer à cheval de l'organe, continu en haut, et séparé en deux languettes, en bas, sur la ligne médiane.

L'œsophage n'offre rien de particulier et l'aspect de l'épithélium, à ce niveau, tient à la direction des cellules qui sont intéressées obliquement par la coupe. Il en est de même pour la radula, pour ses cartilages de soutien et pour les muscles qui servent à la manœuvrer. Les ganglions cérébroïdes se montrent divisés en deux parties, ou plutôt, les cellules nerveuses constituent deux îlots principaux que l'on distingue nettement sur la coupe.

En outre, on aperçoit au-dessus d'eux l'origine de la commissure œsophagienne qui relie entre eux les deux ganglions cérébroïdes. Ces deux origines de la commissure œsophagienne sont, dans la coupe, nettement séparées des ganglions cérébroïdes ; mais, il est à peine utile de dire que, dans la coupe précédente, il n'en est pas de même, et que le point de départ est le ganglion cérébroïde. Nous n'apercevons pas encore les connectifs cérébro-asymétriques et cérébro-pédieux qui ne commencent à apparaître qu'un peu plus bas, lorsque les ganglions cérébroïdes cessent de figurer sur les coupes.

COUPE N° 12.

Cette coupe passe un peu au-dessous des lèvres, elle est donc postérieure à la précédente. C'est la dixième de la série.

Elle intéresse le manteau, la portion postérieure des tentacules, le pied dans sa portion antérieure et une très légère fraction de la collerette. L'œsophage, la radula et ses cartilages de soutien, enfin les ganglions cérébroïdes.

Elle ne diffère de la précédente que par l'absence de la lèvre, rem-

placée à ce niveau par le pied et par la portion antérieure de la collerette.

Pour ne pas répéter ce qui a déjà été dit plus haut, nous ajouterons seulement que, dès sa première origine, la collerette se distingue déjà du pied par sa structure.

Tandis que celui-ci est littéralement encombré de tissu musculaire dont les fibres longitudinales sont intéressées un peu obliquement par la coupe, ce qui leur donne un aspect particulier, la collerette, au contraire, est essentiellement constituée par du tissu conjonctif lâche et bordé d'un épithélium très différent, de l'aspect de celui qui revêt la partie inférieure du pied.

Nous allons, du reste, retrouver ces caractères dans les coupes suivantes :

L'œsophage, qui a été représenté schématiquement, offre de chaque côté deux diverticules latéraux. Les cartilages de soutien de la radula sont énormes et entourés de muscles puissants.

Sur les côtés, entre la paroi du corps et les muscles de la radula, on distingue les deux connectifs cérébro-pédieux et cérébro-asymétriques entourés de tissu conjonctif, x et y.

Enfin, dans l'épaisseur du manteau on aperçoit deux ganglions, les ganglions branchiaux qui vont atteindre dans la coupe suivante leur maximum d'épaisseur.

COUPE N° 13.

Cette coupe intéresse l'orifice apical et passe en son milieu, elle intéresse également le manteau, la branchie, le ganglion branchial, l'œsophage dans sa partie moyenne, la radula, les deux connectifs cérébro-asymétriques et cérébro-pédieux ; enfin, le pied et la collerette.

A la partie supérieure de la coupe, on trouve l'orifice apical limité par deux replis du manteau.

Au-dessous, l'on aperçoit la branchie et le vaisseau situé au-dessus dans l'épaisseur du manteau. Le manteau, complètement libre dans cette région du corps, se présente dans la coupe comme une languette

détachée du reste de l'animal et complètement indépendante du reste du corps. Cet aspect s'explique; car à ce niveau la cavité branchiale n'est pas encore fermée sur les côtés.

Vers la partie moyenne du manteau, on distingue de chaque côté un gros ganglion qui augmente notablement l'épaisseur de l'organe et présente une couche corticale de cellules nerveuses périphériques.

Au-dessous du ganglion, et après un léger étranglement, le manteau s'épaissit et son intérieur est comblé par un tissu conjonctif lâche à noyaux rares.

Au-dessous du manteau, nous trouvons la paroi du corps peu épaisse, en contact dans sa partie inférieure et latérale avec le pied et la collerette.

Le pied est constitué surtout par l'élément musculaire et présente de nombreuses fibres transversales à direction générale oblique, et de nombreuses fibres longitudinales à section plus ou moins régulière.

Il se distingue très nettement de la collerette, qui rappelle tout à fait par sa structure celle de la partie inférieure du manteau, mais n'offre ici aucune relation avec lui.

Sur les côtés de la collerette, on distingue deux proéminences situées en avant d'un canal creusé au milieu du tissu conjonctif et qu'on reconnaît facilement pour un des tentacules qui bordent la collerette, même chez l'adulte. Il s'agit de jeter un coup d'œil sur la figure pour voir combien cet organe diffère du pied par l'aspect, et pour s'assurer qu'entre ces deux parties de l'animal il existe une distinction marquée que la transition des épithéliums suffirait presque à indiquer.

L'œsophage encore peu volumineux occupe la région supérieure de la cavité viscérale, il se trouve directement en contact avec la paroi du corps, avec le plancher de la cavité branchiale. Il commence à présenter deux diverticules latéraux. La radula est coupée dans sa région supérieure et les deux cartilages de soutien présentent

une section très large, car la coupe les intéresse dans leur partie la plus volumineuse.

Tout autour, on distingue les muscles qui prennent sur eux leur point d'appui et servent à manœuvrer la radula. Enfin, sur les côtés, et entourés d'un tissu lâche, on distingue également les deux connectifs cérébro-asymétriques et cérébro-pédieux coupés un peu obliquement et présentant leur minimum d'épaisseur. Nous allons les retrouver dans les coupes suivantes.

COUPE N° 14.

La coupe intéresse le bord postérieur du trou apical, mais le lecteur ne doit pas oublier, cependant, que cette coupe appartient encore à la région antérieure du corps de l'animal, le trou apical se trouvant très en avant, dans une larve peu âgée, comme celle que nous avons figurée.

La coupe intéresse également le manteau, la branchie en formation, la partie œsophagienne du tube digestif, la masse nerveuse ventrale, le pied et la collerette.

Le manteau, peu épais dans la région supérieure, sauf au point apical, où il acquiert un volume notable pour entourer l'orifice situé à ce niveau, présente dans la région branchiale un orifice très net, la lumière d'un vaisseau volumineux qui passe au-dessus de la branchie.

Cet orifice se retrouve symétriquement placé de l'autre côté du corps, au niveau de la branchie correspondante.

On voit nettement dans la coupe que la branchie en formation est une dépendance du manteau, un simple diverticule de cet organe, et qu'elle ne se forme pas dans l'angle de la cavité branchiale. Dans cet angle de la cavité branchiale et au milieu du tissu propre du manteau, on distingue le nerf branchial dont nous avons vu l'origine dans les coupes précédentes.

Immédiatement au-dessous, on aperçoit un muscle compact qui répand ses fibres dans le pied et vient s'insérer sur le pourtour de la

coquille. C'est lui qui donne naissance à l'empreinte qu'on aperçoit sur le pourtour de la coquille, empreinte semi-circulaire, ou mieux, en fer à cheval.

Plus bas, le manteau redevient libre de toute adhérence avec la paroi du corps et flotte le long de celui-ci comme les basques d'un habit ; son tissu fondamental est constitué, à ce niveau, par un tissu conjonctif lâche, au milieu duquel on aperçoit quelques noyaux assez clairsemés.

Vers la partie supérieure de la portion libre du manteau, on distingue le nerf palléal qui forme chez l'adulte un anneau caractéristique. L'épithélium de revêtement du manteau se continue en gardant tous ses caractères le long de la collerette ; et, sans le plissement qui s'effectue à l'angle du corps, on serait très embarrassé pour lui assigner une limite précise.

La collerette, de chaque côté de la partie inférieure du corps, a une forme générale bombée offrant sur la coupe l'apparence d'une calotte de sphère.

Sa structure est identique à celle de la partie inférieure du manteau, et nous retrouvons le même tissu conjonctif lâche à noyaux rares, que je signalais plus haut.

Dans la partie supérieure, on distingue le canal périphérique, que l'on retrouve chez l'adulte.

Latéralement, sa limite avec le pied est indiquée par le manque de fibres musculaires et inférieurement, elle se sépare encore plus nettement de cet organe par une différence très accusée entre les deux épithéliums. Il suffira d'un coup d'œil sur la figure 14 pour s'en convaincre.

Tandis que l'épithélium de la collerette, comme celui du manteau, est formé de petites cellules aplaties, l'épithélium du pied, proprement dit, est constitué par des éléments cellulaires beaucoup plus volumineux. Les cellules en sont beaucoup plus hautes et sont remplies de granulations qui leur donnent une teinte sombre qui tranche sur celle de l'épithélium voisin.

Le pied est un organe essentiellement musculaire, la fibre transversale et longitudinale domine. Dans la partie supérieure, comme dans la partie inférieure, il est formé par un véritable lacis de fibres musculaires entre-croisées.

Les fibres longitudinales se présentent en section sur la coupe sous forme de petits corps plus ou moins arrondis, tandis que les fibres transversales semblent converger vers la partie supérieure pour constituer le muscle d'attache de la coquille, dont nous avons parlé plus haut, à propos de la description du manteau.

Tel est le cadre constitué par le manteau, la collerette et le pied autour des organes internes qu'il nous reste à étudier.

Dans la partie supérieure, nous trouvons la paroi du corps formant le plancher de la chambre branchiale, puis l'œsophage, constituant deux poches latérales ; nous n'avons pas à y insister, pas plus que sur la radula et ses cartilages de soutien, que l'on distingue sur la coupe, en partie entourés par leurs muscles propres.

La seule partie qu'il nous importe de connaître, c'est le système nerveux. Cette coupe est très intéressante à ce point de vue. Ce n'est plus seulement, comme dans la coupe précédente, les connectifs reliant les centres viscéraux et les centres pédieux aux ganglions cérébroïdes, que nous retrouvons ici, mais la masse nerveuse ventrale elle-même.

Cette masse nerveuse est énorme en ce point, relativement au volume total de la larve, et son volume apparent tient à ce que l'on a sous les yeux non seulement les deux premiers ganglions du centre asymétrique et les deux premiers ganglions pédieux, mais encore une partie des connectifs qui relient ces centres aux ganglions cérébroïdes. Ils présentent l'aspect de véritables ganglions, ainsi que nous l'avons déjà dit plusieurs fois, par suite d'une migration des cellules le long de ces cordons nerveux.

En se reportant à la figure, on distingue donc dans cette masse, à peu près symétrique, si l'on tient compte de la légère obliquité inévitable, quand on fait des coupes d'ensemble, trois parties : l'une,

la plus externe, appartenant au connectif cérébro-asymétrique ; l'autre, la moyenne, appartenant à l'un des deux ganglions asymétriques ; la plus interne, la dernière, représentant la partie supérieure des ganglions pédieux.

Partout les cellules nerveuses forment une suite ininterrompue, et l'on peut passer du connectif au ganglion asymétrique, du ganglion asymétrique au ganglion pédieux, sans aucune transition accentuée.

C'est un point très important à retenir et que viendra encore confirmer l'inspection des coupes suivantes.

COUPE N° 15.

La coupe n° 15, qui représente la dix-septième de la série, passe dans la partie postérieure de l'orifice supérieur de la chambre respiratoire. Comme la précédente, elle intéresse la lèvre qui borde cet orifice, le manteau, la cavité branchiale, la paroi du corps, l'œsophage, la radula, la masse nerveuse, le pied et la collerette. Comme cette masse rappelle beaucoup ce que nous avons décrit dans la précédente, nous n'indiquerons, cette fois, que les différences que l'on y observe.

L'œsophage est légèrement reporté sur la gauche ; les cartilages de la radula ont disparu, et la radula subsiste, seule, entourée de sa gaine.

La masse nerveuse a pris son aspect typique, et, malgré l'union intime des deux centres asymétriques et pédieux, on retrouve, en *ag* et *ap*, les deux parties qui dépendent des deux centres intimement accolés.

De plus, sur la gauche, on distingue, partant de *ag*, c'est-à-dire du premier ganglion asymétrique gauche, la commissure qui unit le premier ganglion asymétrique gauche au troisième ganglion asymétrique du côté droit.

Nous répéterons ici l'observation que nous avons faite plus haut en étudiant la première série de coupes.

Ici, il ne peut y avoir de doutes, la masse nerveuse, à ce niveau, est forcément constituée par le centre asymétrique et pédieux, et,

cependant, ces deux parties, quoique visibles sur les coupes, quoique distinctes, ne sont pas histologiquement séparées, et les cellules nerveuses sont en continuité parfaite sur toute la périphérie de la masse.

Plus bas, la distinction entre les deux parties de la masse s'accentue, sans qu'une séparation complète existe jamais.

Ainsi, chose bizarre, c'est au point où il ne peut y avoir de doute sur la nature complexe de la masse nerveuse que la distinction entre les deux centres est le moins nettement accusée.

COUPE N° 16.

Dans cette coupe, qui représente la dix-neuvième de la série, une fraction seulement de l'animal, correspondant aux environs de la masse nerveuse, a été seule représentée.

En se reportant aux coupes précédentes, le lecteur complétera facilement cette figure.

Dans cette coupe, la masse nerveuse est un peu mieux divisée que dans la coupe précédente, et la partie *ag* et *ap*, correspondant au centre asymétrique et au centre pédieux, est mieux délimitée par les cellules périphériques.

La commissure gauche, α, qui, dans la figure précédente, était intimement unie à la masse nerveuse en *ag*, s'en détache nettement et se pédicularise.

COUPE N° 17.

La coupe 17, qui reproduit également une fraction de l'animal, correspond à la vingt et unième de la série.

La masse nerveuse est très intéressante à considérer dans cette coupe ; elle a pris, en effet, l'aspect qu'elle conserve jusqu'à sa terminaison ; elle a pris sa forme définitive, et, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par l'inspection de la figure, elle présente nettement deux parties de chaque côté, en *ag* et *ap*, qui correspondent aux deux centres déjà si souvent cités.

De plus, cette figure nous offre encore un point intéressant à étudier :

Au-dessus de la masse nerveuse, on aperçoit une traînée de fibres nerveuses, qui représentent le connectif gauche réunissant le premier ganglion asymétrique gauche au troisième ganglion asymétrique droit. Ce dernier ganglion, ga^3, est lui-même intéressé dans la coupe, et l'on distingue sur le côté droit, entre le tube digestif et la paroi du corps, l'îlot cellulaire qui le constitue.

COUPE N° 18.

Il nous a paru inutile de continuer à figurer la chaîne nerveuse dans les coupes suivantes, son aspect restant sensiblement le même, sauf sous le rapport du volume, qui va en s'atténuant progressivement dans toute la longueur de la masse nerveuse.

La coupe 18, qui représente la trente-cinquième de la série, nous transporte à l'extrémité postérieure du corps, au point où se termine le pied. Cette coupe reproduit la coupe du manteau, de l'estomac, du foie, du pied et de la collerette.

Le corps de l'animal, sensiblement sphérique sur la coupe, est limité, dans toute sa partie supérieure et latérale, par le manteau, qui forme un revêtement très mince, et s'épaissit seulement dans sa partie inférieure, où il constitue deux masses considérables, qui flottent de chaque côté du corps.

L'estomac forme une très vaste cavité, bordée d'un épithélium à grosses cellules vibratiles, qui s'ouvre, latéralement, dans le lobe gauche du foie, et, inférieurement, dans le tube digestif.

Le foie, qui à ce moment ne constitue qu'un simple diverticulum de l'estomac, est constitué par deux parties : une gauche et une droite, situées de chaque côté de l'estomac.

A ce niveau, le lobe droit s'ouvre seul dans le tube digestif. Il est tapissé par de très grosses cellules coniques, avec un noyau volumineux, situé dans la partie inférieure, et des granulations nombreuses, mal colorées par l'hématoxyline. Ces cellules sont dispo-

sées, sur toute la périphérie, en un épithélium mouvementé, qui se creuse déjà çà et là de diverticules profonds.

Sur la coupe, toutes les cellules du foie n'ont pas le même aspect, et certaines d'entre elles présentent l'aspect polyédrique, qui tient à la direction dans laquelle ces cellules ont été coupées.

Au-dessous de ce lobe gauche du foie, on aperçoit, au milieu d'une grande lacune, *v*, entourée de tissu conjonctif, des éléments de rebut, probablement les matériaux de déchet qui sont destinés à être éliminés par l'animal.

Le pied P est réduit à quelques cellules limitantes, intéressées obliquement dans la coupe et à quelques fibres musculaires transversales.

La collerette et la partie inférieure du manteau ont contracté des rapports intimes, et commencent à constituer un seul et même organe.

COUPE N° 19.

La coupe n° 19, qui correspond à la trente-huitième de la série, reproduit à peu près les mêmes détails que la précédente.

Il existe, cependant, quelques différences de peu d'importance.

Les deux lobes du foie s'ouvrent également dans l'estomac, mais la communication avec le lobe droit commence à peine sur cette coupe. L'ouverture du foie dans l'œsophage rappelle la forme d'une lyre encore mieux indiquée dans la figure suivante.

Enfin, le pied a disparu, et le manteau et la collerette sont en continuité l'un avec l'autre.

COUPE N° 20.

La coupe n° 20, la dernière que nous ayons figurée, est la quarante et unième de la série. Comme dans les coupes précédentes, on retrouve la paroi du corps constituée par le manteau, l'estomac, le foie, la collerette et le manteau.

Il est inutile, sous peine de redites, de reprendre la description

de ces différentes parties. Nous renvoyons aux coupes précédentes, où ces détails ont déjà été donnés.

Nous nous contenterons de faire observer que le volume des coupes diminue de plus en plus, et que l'on se rapproche de l'extrémité terminale de l'animal, les coupes suivantes ne portant plus que sur le tortillon.

Cette dernière coupe est cependant intéressante au point de vue de la nature de la collerette, et, comme dans la précédente, on voit qu'à ce niveau la collerette et la partie inférieure du manteau constituent un seul et même organe, en parfaite continuité de substance et possédant identiquement la même structure.

III

EXPOSÉ DES FAITS LES PLUS SAILLANTS FOURNIS PAR L'ÉTUDE DES COUPES DE LA FISSURELLE AU STADE RIMULIFORME.

L'étude détaillée que nous venons de faire des deux séries de coupes de la Fissurelle, au stade rimuliforme, nous fournit un certain nombre de faits que nous allons grouper dans ce chapitre avant de passer à une discussion générale.

Nous pouvons maintenant étudier, par une vue d'ensemble, les trois organes qu'il nous importait le plus de connaître au point de vue qui nous occupe : le manteau, comprenant le manteau proprement dit et la collerette, le pied et la masse nerveuse.

L'étude du manteau comprend trois parties :

Le manteau dans sa partie supérieure au niveau de la cavité branchiale et de la partie dorsale de l'animal ;

Le manteau dans sa partie moyenne et libre le long de la paroi latérale du corps ;

Enfin, le manteau dans la partie inférieure, surtout le pourtour du pied, prenant la forme de cet organe que nous appelons, avec M. de Lacaze-Duthier, la collerette ou manteau inférieur, et qu'Huxley désigne sous le nom d'épipodium.

Dans sa partie supérieure, le manteau constitue le plafond de la cavité branchiale ; il délimite l'orifice antérieur de la chambre branchiale et son orifice supérieur. C'est aux dépens de la face inférieure du manteau que se constituent les branchies qui ne sont à l'origine, dans la Fissurelle, que de simples diverticules du manteau.

Dans cette région, le manteau est peu épais, sauf dans le pourtour de l'orifice supérieur de la cavité branchiale. Dans la partie antérieure, il n'existe aucune limite précise entre la partie moyenne du manteau et sa partie inférieure, la cavité branchiale étant ouverte en avant, et sur les côtés, dans toute l'étendue de la tête et de la nuque.

On ne peut limiter d'une façon précise la partie moyenne du manteau qu'à partir du point de jonction de celle-ci avec la paroi du corps, la présence du gros muscle coquillier qui fixe la coquille au pourtour de l'animal constitue sa limite supérieure ; par le bas, il est libre et flotte de chaque côté du corps.

Par sa partie interne, il est en continuité avec la région que l'on peut désigner sous le nom de manteau inférieur (la collerette ou l'épipodium). Mais tandis que, dans la région postérieure, il arrive à se confondre absolument avec la collerette, dans la région antérieure, au niveau de l'orifice antérieur de la cavité branchiale, il s'en sépare, et le manteau antérieur ou collerette forme de chaque côté du corps de l'animal une bandelette isolée qui arrive jusqu'au niveau des tentacules.

Le pied occupe la partie inférieure du corps chez la jeune Fissurelle comme chez l'adulte ; mais il s'étend moins loin en arrière que chez ce dernier. Facilement reconnaissable à son tissu dense et très musculeux, il est limité en haut par la paroi interne du corps, latéralement par la collerette, et inférieurement par un revêtement épithélial formé de grosses cellules allongées.

Enfin, le système nerveux, qu'il nous importe surtout d'étudier, offre chez la larve des caractères très intéressants.

Son volume est énorme par rapport à celui du jeune animal, et le lecteur aura certainement été frappé de la place qu'il occupe dans

les diverses coupes figurées, quoiqu'il ait été représenté avec ses dimensions exactes.

Les ganglions cérébroïdes, bien développés, existent de chaque côté de l'œsophage ou plutôt du bulbe radulaire qui est également très développé par rapport au reste du corps. Les ganglions stomatogastriques sont déjà, à ce stade, très bien représentés.

Les coupes où on aperçoit les ganglions stomatogastriques n'ont pas été figurées. Des ganglions cérébroïdes, on voit partir deux paires de connectifs distincts qui se rendent à la masse nerveuse ventrale.

Dans la branchie, il existe également deux centres nerveux volumineux que j'avais considérés dans mon travail précédent comme n'étant que de simples ganglions de renforcement, mais qui se développent cependant de très bonne heure.

La masse nerveuse a également un volume très considérable; elle occupe en certains points, surtout dans sa partie supérieure, toute la paroi inférieure du corps. Quoique très homogène, on distingue cependant, dans toute son étendue, les deux centres *gp* et *ga* qui sont intimement accolés, et s'il n'existe entre ces deux centres fusionnés aucune séparation histologique, l'étude des nerfs qui en partent ne laisse aucun doute à ce sujet.

Un fait à noter, c'est que tous les nerfs qui dérivent des divers ganglions (connectifs et commissures) conservent l'aspect des ganglions eux-mêmes et entraînent avec eux un revêtement de cellules nerveuses.

De la partie supérieure de la masse nerveuse, à droite comme à gauche, on peut constater le point d'où se détachent les deux commissures gauche et droite qui réunissent les ganglions asymétriques entre eux.

L'aspect de cette masse nerveuse me paraît si convaincant dans les diverses figures, qu'il me semble inutile d'insister maintenant sur sa nature complexe.

IV

DISCUSSION DES OPINIONS RELATIVES A LA MASSE NERVEUSE VENTRALE DE LA FISSURELLE.

Ayant surtout en vue dans ce chapitre de réfuter les arguments que M. Bela Haller a développés dans la réponse dont j'ai parlé plus haut, je crois qu'il est bon de mettre sous les yeux du lecteur les passages les plus saillants de la note en question. Je traduis donc quelques passages en serrant le texte d'aussi près que possible et en tâchant d'éviter le reproche d'être un traducteur infidèle. Je pense que M. Bela Haller m'excusera de travestir sa prose en mauvais français.

« Pour terminer, dit l'auteur, je dois dire quelques mots sur la question de la masse nerveuse (pedalstrange), qui a été traitée par M. Boutan.

« Pour être bref, je rappellerai seulement que M. le professeur de Lacaze-Duthiers regarda, le premier, le cordon pédieux des Haliotides comme formé de deux nerfs. Un nerf pédieux et un nerf palléal, innervant l'épipodium ou manteau inférieur, qui, suivant Lacaze-Duthiers, représente une partie du manteau.

« Spengel, qui ne partage pas cette manière de voir, fournit les arguments suivants à l'encontre de cette théorie.

« Les coupes transversales montrent que le cordon pédieux (fusstrang) représente une formation unique, qu'il n'est pas formé par deux nerfs superposés. Il constitue plutôt une chaîne ganglionnaire simple (ganglienstrang), attendu que ces cordons constituent le futur ganglion pédieux (fussganglion) et qu'elle réserve en même temps la formation considérée par Lacaze-Duthiers comme une partie du manteau (apparence tout extérieure), et qui, d'après Spengel, est une formation exclusivement pédieuse.

. . . . . .

« Sans vouloir entrer plus profondément dans la question de la

masse nerveuse ventrale (pedalstrange) des Rhipidoglosses, question que je considère, après ma deuxième étude sur les Rhipidoglosses qui confirme la manière de voir de Spengel, comme tranchée une fois pour toujours, je vais résumer les considérations fournies à l'appui de sa thèse par M. Boutan :

« M. Boutan trouve que j'aurais dû reconnaître l'état des choses, ayant, dans la deuxième partie de mon travail, observé les faits antérieurement observés par M. de Lacaze-Duthiers, et, selon les propres expressions de M. Boutan, je démontre involontairement, malgré ma tendance à envisager la masse nerveuse centrale (pedalstrange) comme une formation simple et non composée, juste le contraire, et je fais ainsi venir de l'eau au moulin de M. Boutan. A l'appui de son dire, il cite quelques-unes de mes phrases. Il faut donc voir jusqu'à quel point j'ai appuyé involontairement la théorie de M. de Lacaze-Duthiers.

« Je dois constater qu'en général M. Boutan arrache du texte les phrases qu'il cite et qu'il tâche de les transformer et de leur donner le sens voulu. Ce qui, d'ailleurs, ne lui réussit point.

« J'ai vu également ce sillon latéral auquel M. Boutan attribue une telle valeur, et je l'ai très bien décrit ; mais je n'ai pas dit qu'il divise la masse nerveuse (pedalstrange) de chaque côté en deux moitiés.

« Bien au contraire, j'ai démontré par deux coupes transversales, les coupes transversales pouvant seules prouver quelque chose dans ce cas, qu'il était superficiel; mais la conclusion qu'en tire M. Boutan est contraire à mon assertion. Il le dit positivement : « Pour que « la chose soit plus compréhensible (en parlant du sillon latéral), « nous pouvons envisager la masse nerveuse (pedalstrange) de « chaque côté comme divisée par ce sillon en supérieure et inférieure. Mais, je le répète encore, cette division n'est admise que « pour cause d'utilité, parce que la masse nerveuse (pedalstrange) « ne forme qu'un seul morceau, et le sillon latéral n'y fait qu'une « petite entaille. M. Boutan conclut immédiatement, quoiqu'il

« ait cité mes propres paroles. Il reconnaît l'existence du sillon qui « divise la masse en deux portions parallèles. »

« Plus loin, il s'appuie sur ce que je fais la différence entre le nerf latéral et le nerf pédieux, et il dit que je suis forcé d'agir ainsi, étant donné le point d'émergence de ces nerfs.

« Qu'est-ce que cela prouve? Tout simplement que les nerfs se rendent de la masse nerveuse (pedalstrange) aux diverses régions du pied, qui ne sont pas situées au même niveau.

« Je souligne, au contraire, la position superficielle de ce sillon, et ce sont précisément ces figures, si malheureusement choisies par M. Boutan pour plaider sa cause, qui prouvent le mieux la composition simple de la masse nerveuse (pedalstrange).

« Qu'est-ce qui pourrait, en effet, mieux prouver cette conformation, si ce n'est la figure de mon travail?

« Mais, s'il se trouve quelqu'un pour qui la constitution simple, non composée, de la masse nerveuse, ne sera pas prouvée par ce dessin, je cesserai alors de discuter. Alors M. Boutan pourra continuer à défendre sa manière de voir. Il pourra croire à ses conclusions tant qu'il voudra, et ceux qui veulent se tenir à ce vieux préjugé peuvent être d'accord avec lui, mais je doute qu'il trouve beaucoup de partisans. »

Ainsi, d'après M. Bela Haller, j'ai été bien malavisé dans le choix de mon argument, et la figure qui m'a paru confirmer mes dires doit se dresser devant mes yeux pour me prouver tout le contraire de ce que j'avais avancé.

Il ne me restait qu'un parti à prendre, la faire reproduire et mettre sous les yeux de mon lecteur, cette figure qui doit me confondre.

Cependant qu'il me soit permis de présenter quelques observations à ce sujet. Pour ne pas se perdre dans une discussion, il est important de bien préciser les points en litige. Précisons donc en quelques mots le sujet de la controverse.

M. Bela Haller prétend que la masse nerveuse ventrale est simple,

non composée, formée uniquement par le centre pédieux, et, pour enlever toute incertitude sur ce point, il appelle l'ensemble de cette masse *pedalstrange*.

Moi, tout au contraire, reprenant la théorie de M. de Lacaze-Duthiers, je prétends que cette masse est complexe, constituée par deux centres différents, les deux premiers ganglions asymétriques d'une part, les deux ganglions pédieux de l'autre. Je soutiens que, considérant une coupe de cette masse nerveuse, on peut dire : Voilà la

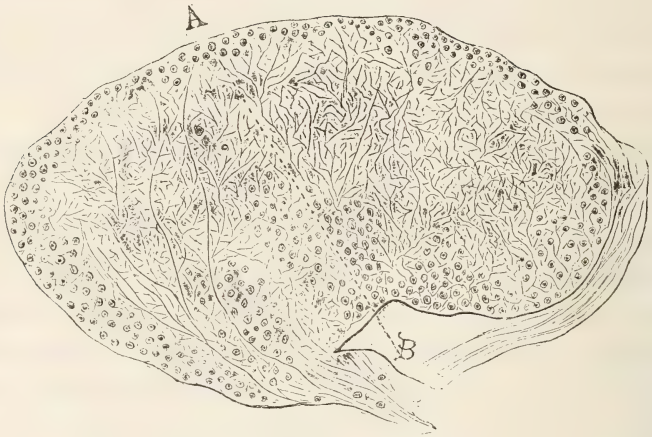


Figure tirée du mémoire de M. Bela Haller. (Fig. 40, pl. XXXI.)

partie pédieuse de la masse nerveuse, voilà la partie dépendant des ganglions asymétriques.

Ceci n'implique pas forcément que les deux centres soient séparés, et j'ai toujours constaté qu'il existait une cohésion intime entre les deux centres, qui sont fusionnés l'un avec l'autre par une de leurs faces. Cette opinion, je l'ai manifestée à maintes reprises dans le travail visé par M. Bela Haller, et les figures 1, 2 et 9, pl. XXV, ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet. Je n'ai donc nullement songé à dire, ainsi que paraît le croire M. Bela Haller, que le sillon, B, qui se trouve à la surface de la masse nerveuse divisait celle-ci en deux parties, à la façon d'une lame et d'une cloison, mais indiquait

seulement la ligne de séparation des deux centres. En un mot, et je crois que la chose était facile à saisir en lisant les conclusions du travail, ce sillon, auquel M. Bela Haller n'attache pas d'importance, indique, selon moi, je ne dirai pas la séparation, de peur de ne pas être compris, mais le *point d'union* des deux centres.

Ceci posé, je prie le lecteur de jeter un coup d'œil sur la figure du mémoire de M. Bela Haller, que j'ai fait, de mon mieux, reproduire dans ce travail. Je me suis contenté d'ajouter à la figure en question la ligne pointillée A B, et de faire réduire de moitié la figure. J'ai d'abord voulu faire photographier la planche en question, mais le fond jaune de la figure a empêché ce mode de reproduction.

Je ferai remarquer qu'il ne s'agit là, bien entendu, que de l'un des côtés, le côté droit de la masse nerveuse, et que le côté gauche symétrique n'est pas représenté.

Certes, si l'on mettait cette figure seule sous les yeux de quelqu'un qui n'est pas au courant de la discussion, il est bien évident que, ne voyant aucune séparation histologique dans l'intérieur de cette masse, la personne en question n'aurait jamais l'idée que l'on a affaire à deux centres nerveux accolés, et l'aspect de cette coupe l'induirait en erreur. Le sillon lui paraîtrait insignifiant comme à M. Bela Haller, et les deux nerfs qui partent en deux points différents lui paraîtraient n'avoir que peu d'importance, surtout quand il saurait que l'inférieur se rend dans le pied et le latéral dans la collerette ou l'épipodium, qui, selon M. Bela Haller, fait partie du pied ; mais si le lecteur est bien au courant de la morphologie des Gastéropodes, et s'il examine la série des coupes, ces deux particularités : présence d'un sillon et présence de deux ordres de nerfs ayant des origines différentes, vont prendre une tout autre importance à ses yeux.

Même en supposant que l'on ignore ce fait que j'ai démontré à l'aide des coupes sur les Fissurelles jeunes, que la collerette et le manteau sont deux organes de même structure et de même origine, il suffit, je crois, de faire le raisonnement suivant :

Chez les Gastéropodes, il existe trois ordres de ganglions :

1° Les ganglions cérébroïdes;

2° Les ganglions pédieux;

3° Les ganglions asymétriques.

Ces trois centres sont unis entre eux de la façon suivante : les ganglions cérébroïdes sont unis aux deux ganglions pédieux et aux deux premiers ganglions asymétriques par deux paires de connectifs isolés. Les ganglions pédieux sont unis aux deux premiers ganglions asymétriques par une paire de connectifs quelquefois si réduits que les ganglions sont en contact et fusionnés sur une de leurs faces. Voilà la loi générale encore exposée récemment par M. de Lacaze-Duthiers dans une note à l'Institut. La Fissurelle fait-elle exception à la règle ? Il suffit d'examiner la figure du système nerveux (fig. 4, pl. XXXVI, du mémoire critiqué par M. Bela Haller) pour se convaincre qu'il n'en est rien.

Partant, en effet, des ganglions cérébroïdes, nous trouvons deux paires de connectifs; ce sont évidemment les connectifs cérébro-asymétriques et cérébro-pédieux. Tous deux arrivent à la même masse nerveuse. Cette masse nerveuse ventrale est donc bien, au moins dans sa partie supérieure, formée par une partie pédieuse et une partie asymétrique.

Sur ce point, aucun doute ne peut exister, car, outre la présence des deux connectifs signalés plus haut, nous trouvons en ce point les deux commissures qui réunissent entre eux les divers ganglions asymétriques et de chaque côté un grand nerf palléal.

Par conséquent, voici déjà un point acquis : dans la portion supérieure de la masse nerveuse existent les deux centres. Nous nous trouvons en présence des centres pédieux et asymétrique étroitement unis. Mais on pourrait m'objecter que si le fait que j'avance est certain pour le point considéré, c'est-à-dire pour la partie supérieure de la masse nerveuse, il peut être faux pour le reste de la masse nerveuse. C'est là que les coupes vont nous être utiles et que la figure de M. Bela Haller va nous servir.

Reportons-nous donc à cette figure. Si, au lieu de supposer que c'est une coupe quelconque de la masse nerveuse, nous supposons pour un instant que c'est une coupe de la partie supérieure de la masse nerveuse, nous nous dirons certainement, en examinant la figure : Le sillon *m* doit indiquer le point d'union des deux centres, puisqu'à ce niveau nous savons que les deux centres sont représentés, et le nerf latéral est l'origine de la commissure asymétrique gauche.

Il nous suffit donc de supposer que cette coupe passe par la partie supérieure de la chaîne nerveuse pour qu'il devienne évident que cette masse, en apparence simple, est en réalité complexe et constituée par deux centres fusionnés. Mais avons-nous le droit de faire cette supposition, et la coupe dans la partie supérieure de la masse nerveuse reproduirait-elle la figure de M. Bela Haller. Ici ce n'est plus une affaire de raisonnement, mais d'observation, et un simple regard jeté sur l'ensemble des coupes convaincra le lecteur.

Or, si l'aspect reste le même dans toute la série des coupes de la masse nerveuse, nous devons en conclure que les centres pédieux et asymétriques restent accolés dans toute l'étendue de la chaîne.

V

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS CONTENUES DANS CE MÉMOIRE.

Chez la larve de la Fissurelle, pas plus que chez l'adulte d'ailleurs, il n'existe une séparation histologique entre les deux premiers ganglions du centre asymétrique et les deux ganglions pédieux. Cependant, malgré cette coalescence si intime, il suffit de jeter un coup d'œil sur les préparations pour reconnaître la position relative de chacun des centres qui ont un rôle physiologique si différent.

D'un bout à l'autre de la masse nerveuse, on aperçoit, en effet, une bande de cellules qui correspond au sillon qu'on observe sur la masse nerveuse de l'adulte. Cette bande cellulaire, qui n'établit pas, je le répète, une séparation histologique entre les deux centres, puisque toutes les cellules sont de nature nerveuse, donne aux centres

pédieux et asymétrique accolés la forme de deux cylindres juxtaposés. Nulle part, dans ces deux cylindres accolés, on n'observe une séparation quelconque annonçant l'arrêt, montrant la limite des deux ganglions asymétriques ; tout au contraire, on serait plutôt porté à croire, d'après l'inspection des coupes, que la séparation entre le centre pédieux et l'un des deux premiers ganglions asymétriques est plus accentuée dans la partie inférieure que dans le haut de la masse nerveuse.

Cette pénétration, cet accolement intime de deux centres nerveux différents peut-il, d'ailleurs, servir d'argument contraire aux idées que nous formulons? Il n'en est rien. Même si l'on ne connaissait pas les diverses formes intermédiaires de Prosobranches étudiées d'abord par M. de Lacaze-Duthiers et ensuite par M. Bouvier, il serait facile de trouver nombre de Gastéropodes où l'on rencontre les ganglions pédieux intimement accolés aux premiers ganglions asymétriques, et où les coupes montrent d'une façon évidente que les cellules nerveuses se continuent d'un centre à l'autre sans interruption et sans interposition de névrilème. Seulement, dans les cas auxquels nous faisons allusion, les ganglions bien condensés prennent la forme ovoïde, tandis que dans la Fissurelle et les animaux voisins, les ganglions pédieux et asymétriques subissent un allongement particulier qui donne au système nerveux sa forme bizarre et anormale.

Nous voyons que l'inspection des coupes en série nous prouve que le sillon observé sur la masse nerveuse a une très grande importance, malgré ce qu'en pense M. Bela Haller, puisqu'il indique le point de cohésion des deux centres.

Nulle part nous n'avons retrouvé cet amas de cellules qui servirait de limite aux deux premiers ganglions du centre asymétrique, car, tout au contraire, les coupes nous montrent ces deux centres se plaçant l'un à côté de l'autre, comme deux cylindres accolés.

Il nous reste à discuter la question de l'épipodium. Pendant que je poursuivais mes recherches sur la masse nerveuse des larves de la Fissurelle, j'étais frappé de voir, de chaque côté du pied des jeunes

animaux que j'examinais en série, un organe symétriquement situé et très différent du pied proprement dit, comme aspect et comme structure. Cet organe formait deux renflements latéraux, que l'on pouvait suivre d'un bout à l'autre de la série des coupes transversales ; il offrait une remarquable homologie de structure avec celle du manteau. L'élément musculaire, au lieu de prédominer, comme dans la masse proprement dite du pied, diminuait sensiblement d'importance, remplacé par l'élément conjonctif. De loin en loin, on observait des lacunes et, dans toute la série, un grand canal périphérique. Ces remarques me conduisirent à étudier de plus près cet organe et à en chercher la véritable nature ; je reconnus bientôt qu'il représentait la collerette de l'adulte : l'épipodium d'Huxley. Je m'attachai à reprendre l'étude de cet organe depuis les premiers stades embryonnaires. Deux solutions se présentaient, en effet, à l'esprit pour résoudre la question que j'étudiais. Si cet organe se constituait isolément, comme un bourgeonnement d'une partie du pied, on avait de fortes présomptions de croire au bien fondé de l'opinion des auteurs qui rattachent cette formation au pied proprement dit. Si, au contraire, la collerette, depuis son premier développement, était intimement reliée au manteau ; si, dès l'origine, sa structure se rapprochait de celle du manteau ; si l'isolement apparent qu'on observe chez la Fissurelle adulte n'existait pas chez l'embryon, il y avait là une preuve sans réplique, qui, jointe à toutes les autres, permettait d'affirmer que la collerette ou l'épipodium d'Huxley n'est qu'une simple dépendance du manteau, et que, par conséquent, les nerfs latéraux de la masse nerveuse sont bien réellement des nerfs palléaux. Un examen approfondi m'a conduit à adopter d'une façon définitive la seconde hypothèse ; je crois, après avoir soumis la question à la méthode des coupes, que je puis affirmer que, dès l'origine, la partie qui doit constituer la collerette de l'adulte est une dépendance du manteau.

Prenons, comme nous l'avons fait précédemment, une larve se rapportant au stade rimuliforme. En partant de la tête, un peu au-des-

sous des tentacules, on aperçoit les deux masses latérales que je signalais plus haut. Ces deux masses latérales sont, à cet endroit ainsi que sur le premier tiers de l'animal, complètement isolées du manteau ; mais elles se séparent déjà, par leur structure, très nettement du pied. Cette séparation des deux masses latérales et du manteau tient à la formation de la cavité branchiale. Mais, en poursuivant l'examen des coupes, l'aspect se modifie ; on arrive à l'endroit où le manteau, limitant de chaque côté la cavité branchiale, vient se souder avec la portion dorso-latérale du pied. Ici, l'on voit nettement le bord libre du manteau se continuer vers la partie inférieure avec l'organe situé de chaque côté du pied, en formant avec lui un angle assez aigu. Cette fois la structure est identique, et l'on ne peut distinguer que par la position relative, ce qui appartient au manteau et ce qui appartient à la collerette.

Le pied est enchâssé entre les deux parties de cette collerette en formation, comme les feuillets d'un livre dans l'intérieur de sa couverture.

Enfin, si l'on arrive dans la partie inférieure de l'animal, on ne tarde pas à voir sur les coupes, que le pied perd de plus en plus de son importance et tend à disparaître, tandis que les rapports du manteau et de la collerette sont de plus en plus intimes ; la continuité entre ces deux parties d'un même organe devient de plus en plus évidente, jusqu'à ce que la fusion soit complète.

Il me paraît donc bien clairement démontré, par le développement, que la collerette de la Fissurelle est une dépendance du manteau ; le mot *épipodium* ne doit donc être conservé qu'en sous-entendant que ce mot n'implique qu'un rapport de position et non un rapport d'origine entre cet organe et le pied, et nous préférons les noms de *collerette* ou de *manteau inférieur*, donnés à cet organe par M. de Lacaze-Duthiers.

Telles sont les observations très résumées qui me paraissent infirmer les idées de M. Bela Haller.

Le sillon qui existe à la surface de la masse nerveuse, la présence

de deux ordres de nerfs se détachant symétriquement de chacun des cordons nerveux, le développement considérable pris par l'épipodium dans certains types, auraient dû jeter le doute dans l'esprit de ceux qui ont soutenu la théorie de la masse nerveuse formée par le centre pédieux seul. Je ne ferai pas à M. Bela Haller l'injure de sous-entendre qu'il a affirmé la chose sans croire qu'il en avait la preuve sous les yeux ; je ne retournerai pas davantage contre lui les lignes qu'il a écrites, et où il semblait penser qu'une question d'école avait pu me conduire à formuler une opinion en désaccord avec les faits. Laissant de côté toute supposition blessante, j'ai dû rechercher quelle était la cause probable de l'erreur manifeste de M. Bela Haller.

Les coupes en série, dans la Fissurelle adulte, doivent être beaucoup plus nombreuses que chez la larve, puisque les dimensions des deux animaux sont très différentes ; la grandeur relative de la masse nerveuse, chez l'adulte, est considérable, et rend beaucoup plus difficile une vue d'ensemble. Je ne serais donc pas étonné que M. Bela Haller ait considéré la partie inférieure de la commissure des deux premiers ganglions du centre asymétrique (ganglions palléaux) avec les autres ganglions asymétriques, comme représentant le ganglion asymétrique ou palléal lui-même.

Comme chez beaucoup de Mollusques, les cellules nerveuses remontent fort loin le long des commissures, et une erreur semblable est fort excusable dans un examen rapide. Cette commissure entraîne avec elle un grand nombre de cellules nerveuses, et, sur une coupe un peu oblique, on serait tenté de croire qu'elle représente des ganglions palléaux. Plusieurs fois cet aspect s'est présenté dans les différentes coupes que j'ai faites, et a toujours coïncidé avec une obliquité plus ou moins grande dans les sections effectuées.

Quelle que soit la cause qui ait amené l'erreur d'interprétation de M. Bela Haller, il n'en reste pas moins établi, à mon sens, que la masse nerveuse ventrale de la Fissurelle est formée de deux centres intimement accolés : les deux premiers ganglions asymétriques (gan-

glions palléaux) et les deux ganglions pédieux, étirés, à la face dorsale du pied, sous forme de chaîne.

Je crois que M. Bela Haller serait arrivé à la même conclusion, si, au lieu de se borner à un groupe restreint d'animaux, M. Bela Haller s'était souvenu qu'il existe d'autres Gastéropodes que les Rhipidoglosses, et qu'ils nous fournissent d'utiles indications, d'utiles points de repère pour expliquer les anomalies qu'on constate chez les types dégradés ou restés à un stade embryonnaire. Je répéterai donc, en terminant, la phrase de mon mémoire, phrase qui paraît avoir si vivement ému M. Bela Haller :

« Je ne puis m'empêcher de croire que M. Bela Haller aurait fait une étude plus profitable, si, au lieu de se borner à l'étude du système nerveux, il avait, selon le conseil de M. de Lacaze-Duthiers, fait des recherches basées sur les comparaisons et les relations clairement établies, d'une part, entre les nerfs et les cordons qui les fournissent, et, d'autre part, entre les nerfs et les parties auxquelles ils se distribuent. »

CONCLUSIONS.

1° L'objection, faite par M. Bela Haller, et qui peut se résumer ainsi : la masse nerveuse ventrale forme un centre homogène dans lequel on ne peut indiquer deux portions distinctes ; donc, le centre est unique, est une affirmation trop absolue. Deux centres peuvent être histologiquement fusionnés et morphologiquement distincts. C'est le cas pour la Fissurelle et pour bien d'autres Mollusques.

2° L'étude des coupes nous montre que dans la partie supérieure de la masse nerveuse, où les auteurs semblent d'accord pour reconnaître la présence des ganglions pédieux et des deux premiers ganglions asymétriques, la séparation histologique des centres n'est pas plus accentuée que dans la partie inférieure de la masse nerveuse.

3° L'étude des Fissurelles à l'état larvaire nous montre que la masse nerveuse ventrale est bien constituée par deux centres nerveux diffé-

rents (deux premiers ganglions asymétriques et ganglions pédieux intimement accolés) ;

4° S'il est impossible d'établir une distinction histologique entre les deux centres, par suite de la continuité de la couche des cellules nerveuses périphériques, il n'en est pas moins facile de distinguer, dans la masse nerveuse, à l'aide du sillon et des deux ordres de nerfs, la part qui revient à chacun des centres fusionnés ;

5° L'étude des coupes nous montre que la forme générale des quatre ganglions qui servent à constituer la masse nerveuse dans son ensemble est celle de quatre cylindres réunis deux à deux et intimement accolés par une de leurs faces ;

6° Par sa structure et par ses rapports intimes avec le manteau, chez la jeune Fissurelle, on doit considérer la collerette comme une partie du manteau, et l'on doit lui conserver le nom de *manteau inférieur*.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE XXI.

(*Nota.* — Le côté gauche est à droite de l'observateur.)

Coupes d'une Fissurelle au stade rimuliforme jeune.

Fig. 1. Coupe transversale passant par la partie antérieure de la lèvre de l'orifice branchial supérieur : *o*, lèvre de l'orifice branchial ; *b*, branchie ; *m*, manteau ; *l*, paroi du corps ; *s*, sinus de la collerette ; *c*, collerette ; *p*, pied ; *ga*, centre asymétrique ; *gp*, centre pédieux ; *gb*, ganglion branchial.

2. Coupe transversale passant par la partie antérieure de l'orifice branchial supérieur : *o*, orifice branchial supérieur ; *b*, branchie ; *l*, paroi du corps ; *œ*, œsophage ; *r*, radula ; α, connectif asymétrique gauche ; β, connectif asymétrique droit ; *ga*, premier ganglion asymétrique ; *gp*, ganglion pédieux ; *ot*, otocystes ; *p*, pied ; *c*, collerette ; *m*, manteau ; *nb*, nerf branchial.

3. Coupe transversale passant par l'orifice branchial supérieur. (Mêmes lettres que dans la figure 2.)

4. Coupe transversale passant par l'orifice branchial supérieur : α, commissure asymétrique gauche ; *p*, troisième ganglion asymétrique gauche ; β, ganglion asymétrique droit. (Les autres lettres sont les mêmes que dans la figure 2.)

5. Coupe transversale passant dans la partie postérieure de l'orifice branchial

supérieur : *d*, tube digestif. (Mêmes lettres que dans les figures précédentes.)

Fig. 6. Coupe transversale représentant la moitié gauche d'une Fissurelle dans la région moyenne de la masse nerveuse. (Mêmes lettres que dans les figures précédentes.)

7. Coupe transversale d'une Fissurelle dans la partie postérieure de la masse nerveuse; le pied, le manteau, la collerette et la masse nerveuse du côté gauche sont seuls représentés.

8. Coupe transversale passant par l'extrémité postérieure de la masse nervense ventrale (mêmes parties que dans la figure précédente) : *ga*, ganglions asymétriques ; *gp*, ganglions pédieux ; *z*, commissure qui suit les deux premiers ganglions asymétriques.

9. Coupe transversale passant en arrière de la chaîne nerveuse. (Mêmes parties que dans la figure précédente.)

10. Coupe transversale passant par l'extrémité postérieure d'une Fissurelle : *m*, manteau ; *c*, collerette.

PLANCHES XXII et XXIII.

(*Nota.* — Le côté droit, à l'inverse de la planche précédente, se trouve à droite de l'observateur.)

Fig. 11. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant par le mufle : *m*, manteau ; *b*, branchie ; *t*, tentacules ; *l*, paroi du corps ; *gb*, ganglion branchial ; *œ*, œsophage ; *cœ*, commissure œsophagienne ; *gc*, ganglion cérébroïde ; *cr*, cartilage de soutien de la radula ; *r*, radula ; *mu*, muscles de la radula ; *l*, lèvre.

12. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant en avant de l'orifice apical : *o*, lèvre de l'orifice apical ; *b*, branchies ; *x*, connectif cérébro-pédieux ; *y*, connectif cérébro-asymétrique ; *m*, manteau ; *c*, collerette ; *p*, pied ; *s*, sinus de la collerette. (Les autres lettres comme dans la figure précédente.)

13. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant par l'orifice apical. (Mêmes lettres que dans les figures précédentes.)

14. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant en arrière du trou apical : *y*, connectif cérébro-asymétrique ; *ga*, premiers ganglions asymétriques ; *gp*, ganglions pédieux.

15. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant tout à fait en arrière du trou apical. (Mêmes lettres que dans la figure précédente.)

16. Coupe transversale d'une Fissurelle passant au niveau du connectif asymétrique gauche (la portion qui avoisine la masse nerveuse est seule représentée) : *d*, tube digestif ; *a*, commissure asymétrique gauche.

17. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant par le troisième ganglion asymétrique droit : ga^3, troisième ganglion asymétrique droit.

18. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant au point de terminaison du pied : *e*, estomac ; *f*, foie ; *d*, tube digestif ; *v*, particules de rebut ; *m*, manteau ; *c*, collerette ; *s*, sinus.

Fig. 19. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant immédiatement en arrière de la précédente.

20. Coupe transversale d'une Fissurelle rimuliforme passant à la terminaison de la collerette.

Signification des diverses lettres employées dans les planches XXI, XXII et XXIII.

o, orifice apical ou lèvre de cet orifice.
m, manteau.
b, branchie.
gb, ganglion branchial.
mc, muscle coquillier.
œ, œsophage.
r, radula.
cr, cartilages de la radula.
mu, muscles de la radula.
d, tube digestif.
e, estomac.
f, foie.
v, particules de rebut.
cœ, commissure œsophagienne.
ge, ganglion cérébroïde.
fm, fibres musculaires.
x, connectif cérébro-pédieux.
y, connectif cérébro-asymétrique.
ga, premiers ganglions asymétriques.
gp, ganglions pédieux.
ot, otocystes.
α, commissure asymétrique partant du premier ganglion asymétrique gauche.
β, commissure asymétrique partant du premier ganglion asymétrique droit.
γ, commissure pédieuse.
z, commissure asymétrique inférieure.
c, manteau inférieur ou collerette.
s, sinus de la collerette.
p, pied.
ag^3, troisième ganglion asymétrique.

RECHERCHES

SUR

LES LEPADOGASTERS

PAR

FRÉDÉRIC GUITEL,

Licencié ès sciences de la Faculté de Paris, préparateur à la Sorbonne
(Laboratoire de Roscoff, Finistère).

INTRODUCTION

Dans ses savantes leçons à la Faculté des sciences de Paris, mon vénéré maître, M. de Lacaze-Duthiers, a souvent appelé l'attention de ses auditeurs sur les intéressants petits poissons qui ont fait l'objet de ces recherches, souvent il en a conseillé l'étude aux très nombreux élèves qui ont travaillé dans les deux laboratoires qu'il a fondés; c'est ce qui m'a engagé à entreprendre le travail que je publie aujourd'hui.

Le facies particulier des Lepadogasters, la propriété remarquable qu'ils ont de se coller aux cailloux sous lesquels ils s'abritent, la facilité avec laquelle ils vivent en captivité, ont depuis longtemps attiré l'attention des zoologistes sur ces animaux. Les renseignements qu'on trouve dans les auteurs ont trait à la structure et à l'homologie des ventouses ; mais les plus grandes divergences existent entre les diverses hypothèses qui ont été émises. Malgré cela, aucunes recherches approfondies n'ont été publiées sur ce sujet.

Au début de ce travail, j'avais l'intention de ne m'occuper que de l'anatomie et du développement de l'appareil adhésif, mais la découverte de quelques particularités intéressantes, ailleurs que dans les

ventouses, m'a engagé à passer en revue la plupart des grands systèmes organiques des Lepadogasters.

Cependant, en publiant ce mémoire, je n'ai pu avoir la prétention de donner une monographie de ces animaux, car je n'ai insisté que sur les points les plus curieux de leur organisation.

Pour élucider définitivement la question de l'homologie des ventouses, je comptais beaucoup sur l'Embryogénie, malheureusement je n'ai pu réussir à élever les jeunes de ces petits poissons, malgré les conditions particulièrement favorables que m'a offertes l'aquarium du laboratoire de Banyuls.

La famille des Gobiésocidés, à laquelle appartient le Lepadogaster, comprend deux divisions. Les genres qui appartiennent à la première division ont leur appareil adhésif double, il y a une ventouse antérieure et une postérieure ; le Lepadogaster est dans ce cas. Dans les autres Gobiésocidés, le rebord antérieur de la ventouse postérieure n'existe pas et les deux ventouses n'en font qu'une.

Il était intéressant de pouvoir comparer les structures correspondant à ces deux modes d'organisation ; malheureusement, tous les Gobiésocidés à une seule ventouse étant exotiques, j'ai dû chercher à me procurer des animaux conservés dans l'alcool.

Sur la recommandation de M. de Lacaze-Duthiers, je me suis adressé à M. Vaillant, le savant professeur d'ichtyologie du Muséum, mais les voyageurs rapportant peu les petits poissons côtiers, les collections du Muséum ne renferment aucun double et je n'ai pu avoir ainsi aucun sujet d'étude.

Heureusement M. de Lacaze-Duthiers a bien voulu demander pour moi à M. Agassiz (de Cambridge), quelques Gobiésocidés exotiques ; c'est ainsi que j'ai pu avoir un *Gobiesox reticulatus*, Jordan ; un *Gobiesox rhessodon*, Rosa Smith, et deux *Syciases sanguineus*.

Je suis heureux de pouvoir remercier ici mon excellent maître et M. Agassiz, qui m'ont permis de prendre une idée plus complète de l'appareil le plus caractéristique des animaux que j'ai étudiés.

J'ai poursuivi mes recherches pendant trois années consécutives

dans les laboratoires maritimes de Roscoff (Finistère) et de Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales); aussi je remercie du fond du cœur mon illustre maître, M. de Lacaze-Duthiers, qui m'a toujours ouvert ses laboratoires avec la libéralité qu'on connaît, et qui m'a fait l'honneur de m'attacher à son laboratoire de Paris d'abord et à sa station de Roscoff ensuite.

I

HISTORIQUE.

Les auteurs qui se sont occupés des Gobiésocidés ont eu pour but principal de décrire les différentes espèces qui composent les genres que renferme cette petite famille naturelle. Je passerai absolument sous silence l'historique de cette question, car je crois la synonymie établie d'une manière très satisfaisante dans les nombreux traités d'ichtyologie zoologique qui ont été publiés depuis une quarantaine d'années en France et à l'étranger.

Les renseignements qu'on trouve sur l'anatomie ont surtout trait à la structure et à l'homologie des ventouses; les opinions étant absolument partagées sur ce point, il m'a paru utile de donner un exposé détaillé des interprétations qu'ont proposées les auteurs qui m'ont précédé.

Les divergences sont encore plus grandes en ce qui concerne la place qu'on doit donner aux Gobiésocidés dans la série ichtyologique. Dans le chapitre particulier que je consacre à cette question [1], je discuterai les opinions que je ne fais que citer ici, et j'indiquerai celle qui me paraît devoir être définitivement adoptée.

L'auteur qui a le premier fait mention du Lepadogaster est Borlase [2] qui, dès 1758, l'a figuré et décrit sous le nom de *Lesser sucking-fish* dans son *Histoire naturelle du comté de Cornouailles.*

En 1769, Pennant [3] découvre le Lepadogaster en Ecosse et le décrit sous le nom de *Jura Sucker.*

[1] XVII; place des Gobiésocidés dans le cadre ichtyologique.

[2] William Borlase, *the Natural History of Cornwall*, 1758, pl. XXV, fig. 28 et 29.

[3] Pennant, *British Zoology*, Chester, 1769.

L'année suivante Antoine Goüan[1] consacre plusieurs pages de son *Histoire des poissons* à la description du *Barbier* ou *Porte-écuelle* pour lequel il crée le genre Lepadogaster; il le classe dans les Malacoptérygiens, entre les Ammodytes et les Gades. En ce qui concerne les nageoires paires, il s'exprime de la façon suivante :

« Les *nageoires pectorales* doubles, ovées, rayonnées; les premières sont plus grandes; les postérieures sont plus petites, placées entre les premières et l'écusson.

Les *nageoires du ventre* sous la gorge, simples, éloignées l'une de l'autre, mais attachées et formant une espèce de coquille par le moyen d'une crête ou fanon transversal.

Les *addimens :* un écusson ou poitrail attaché par devant aux premières nageoires pectorales et par côté aux nageoires postérieures. »

Goüan a, comme on voit, découvert les petites pectorales, homologué le disque antérieur avec les ventrales et décrit le disque postérieur.

En 1774, Pallas[2] décrit le disque du *Cyclopterus dentex*, mentionne les petites pectorales et considère la partie antérieure de la ventouse comme formée par les ventrales.

L'abbé Bonnaterre[3], dans l'*Ichtyologie de l'Encyclopédie méthodique* (1788), assigne aux Lepadogasters (qu'il laisse encore dans le genre Cyclopterus) des pectorales doubles et une « coquille que forment les nageoires du ventre ». Les Cycloptères constituent le onzième genre de ses poissons cartilagineux.

Walbaum[4] met ces poissons dans les Branchiostèges entre les Ostracions et les Lophius (1792).

Lacépède[5], en 1800, place les Lepadogasters dans ses Poissons *cartilagineux* thoracins. Comme Goüan et Bonnaterre, il leur décrit des

[1] A. Gouan, *Histoire des poissons*, Strasbourg, 1770, p. 178.

[2] Pallas, *Spicilegia Zoologica*, etc., Berolini, 1774, t. I, fasc. 7, p. 9, pl. I, fig. 2.

[3] Bonnaterre (*Ichtyologie de*) : *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature*, Paris, 1788, p. 29.

[4] Walbaum, *Genera Piscium* d'Artedi, 1792.

[5] Lacépède, *Histoire naturelle des poissons*, Paris, an VIII de la République.

« nageoires pectorales doubles » et des « nageoires inférieures réunies en forme de disque ». Le même auteur crée le genre Gobiesox pour le *Cephalus fluviatilis major*, vulgo *Testar*, de Plumier et le range dans ses poissons *osseux* thoracins, de sorte que le Lepadogaster et le Gobiesox, dont l'air de famille saute aux yeux, sont classés, le premier dans les cartilagineux, le second dans les osseux.

En 1801, Bloch[1] place les Lepadogasters dans ses Hendecapterygii et les caractérise de la façon suivante :

« Pinnæ pectorales 4, totidemque ventrales.

« Pinnæ pectorales exteriores majores et anteriores quam interiores ; ventrales anteriores et posteriores basi ita conjunctæ sunt, ut concham efforment ; hæ 8 pinnæ membrana inter se cohærent. »

Cette façon originale d'homologuer les nageoires paires du Lepadogaster est particulière à l'auteur du *Systema ichtyologiæ*.

Montagu[2], en 1803, laisse le Lepadogaster dans les Branchiostèges.

L'année suivante, Donovan[3] cite Pennant : « ...The ventrals have four rays, are joined by an intervening membrane with an oval depression in the middle. Beyond that is another strong membrane with a similar depression... » (Pennant, *British Zoology*, t. III, p. 137.) Il classe également l'animal qui nous occupe dans les Branchiostèges.

Shaw[4], en 1804, cite Pennant presque textuellement.

En 1806, C. Duméril[5] place le Lepadogaster dans ses Cartilagineux teleobranches thoraciques, famille des Plécoptères, avec les Cycloptères ; tandis qu'il fait du Gobiesox un osseux holobranche, thoracique, famille des Céphalotes (avec les Cottus et les Scorpena). Il dit page 108 : « les Lepadogasters... ont les nageoires pectorales doubles et réunies en une sorte de disque. »

[1] Blochii, *Systema ichtyologiæ iconibus CX illustratum, post obitum autoris opus inchoatum, absolvit, correxit, interpolavit* J.-C. Schneider, Berlin, 1801, p. 1.

[2] Montagu, *Observations on some species of british Quadrupeds, Birds and Fishes* in *the Transactions of Linnean Society of London*, 1803, vol. III, p. 294.

[3] E. Donovan, *the Natural History of british fishes*, 1804, pl. LXXVI.

[4] Georges Shaw, *General Zoology*, 1804, t. V, 2e partie, p. 397.

[5] C. Duméril, *Zoologie analytique*, Paris, 1806.

En 1810, paraissent deux ouvrages célèbres sur les poissons, l'*Ichtyologie de Nice* de Risso et l'*Indice d'ittiologia siciliana* de Rafinesque.

Risso[1] laisse le Lepadogaster dans les Cartilagineux thoraciques et assigne quatre rayons aux nageoires « pectothoraciques ». Il s'exprime de la façon suivante : « Nageoires paires, pectorales et ventrales comme doubles et réunies en dessous en forme de disque. »

Rafinesque[2] réunit dans son dix-huitième ordre des Dactiples, les Dactylopterus, les Trigla, les Peristedions et les Lepadogasters et cet ordre des Dactiples fait partie des Thoracici.

Cinq ans plus tard, le même auteur, dans son *Analyse de la nature*, forme la famille des Plecopodia avec les genres Gobius, Gobioides, Lepadogaster, Cyclopterus, Lumpus, Liparis, etc.; cette famille fait partie des *Holobranchia thoraxipia*.

En 1817, paraît le *Règne animal*. Cuvier[3] range ses Discoboles dans les Malacoptérygiens subbrachiens. Dans la description des Porte-écuelle, il considère les quatre rayons de la ventouse antérieure comme appartenant à la pectorale et il ajoute : « Une autre membrane transverse dirigée en arrière, adhérente au bassin et se prolongeant sur les côtés pour s'attacher au corps, leur tient lieu de ventrales » puis à propos des Porte-écuelle proprement dits, il écrit : « La membrane qui représente les ventrales règne circulairement sous le bassin et forme un disque concave ; d'un autre côté, les os de l'épaule forment en arrière une légère saillie qui complète un second disque, avec la membrane qui unit les pectorales. »

Ces deux descriptions montrent qu'en 1817 Cuvier considérait la ventouse antérieure des Gobiésocidés comme une dépendance des pectorales et homologuait la postérieure avec les ventrales.

[1] A. Risso, *Ichtyologie de Nice* ou *Histoire naturelle des poissons du département des Alpes-Maritimes*, Paris, 1810, p. 72-75.

[2] Rafinesque, *Indice d'ittiologia siciliana, ossia catalogo metodico dei nomi latini*, etc., etc., Messine, 1810. — *Analyse de la nature* ou *Tableau de l'univers*, Palerme, 1815, p. 81 et suiv.

[3] Cuvier, *Le Règne animal distribué d'après son organisation*, Paris, 1817, t. II, p. 224-5.

La même année 1817, Bosc[1] assigne à l'animal qui nous occupe « des nageoires pectorales doubles dont les inférieures sont réunies en forme de disque ».

En 1820, Goldfuss[2] classe le Lepadogaster dans ses *Chondropterygii macrostomata* avec les Cycloptères et les Lophius; il dit : « Brustflossen doppelt, die untern bilden einen kreisformigen Schild, und die verwachsenen Bauchflossen unter diesem einen zwein. »

En 1822, Rosenthal[3] décrit très succinctement, sans leur donner de nom, les trois pièces principales de la ceinture scapulaire (surscapulaire, scapulaire et huméral), puis il consacre quelques lignes aux os de la ventouse antérieure qu'il regarde comme les homologues des os en fourchette[4] (Gabelknochen) de Geoffroy Saint-Hilaire, ceux de la ventouse postérieure représentant, suivant lui, les os des ventrales. Les figures du squelette du *Lepadogaster Balbis*, Risso, sont bonnes, mais beaucoup trop réduites et partant peu lisibles.

En 1823, Cloquet[5] reproduit la diagnose suivante : « Nageoires pectorales doubles, catopes réunies en forme de disque concave; os de l'épaule formant en arrière une légère saillie qui complète un second disque à l'aide d'une membrane qui unit les nageoires pectorales. »

Dans ses *Familles du règne animal,* Latreille[6] (1825) range les Lepadogasters dans les Malacoptérygiens subbrachiens et il dit : « ...Les nageoires ventrales, toujours thoraciques, sont réunies à leur base et en manière de disque. »

L'année suivante, Bory de Saint-Vincent[7] reproduit textuelle-

[1] Bosc, in *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle* de Deterville, Paris, 1817, t. XVII, p. 461 ; art. Lepadogaster.

[2] G.-A. Goldfuss, *Handbuch der Zoologie,* Nürnberg, 1820, t. II, p. 110.

[3] Rosenthal, *Ichtyotomische Tafeln,* Berlin, 1822 ; explication de la planche XX, fig. 11.

[4] Coracoïdien de Cuvier.

[5] Cloquet, art. Lepadogaster, in *Dictionnaire d'histoire naturelle* de Levrault Paris, 1823, t. XXVI, p. 3.

[6] Latreille, *Familles naturelles du règne animal*, etc., Paris, 1825, p. 127.

[7] Bory de Saint-Vincent, in *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* de Ray, Gravier et Baudoin, Paris, 1826, t. IX, p. 285.

ment ce que dit Cuvier dans le *Règne animal,* mais il ne le cite pas.

En 1827, Nardo[1] déclare que les Lepadogasters sont jugulaires et non thoraciques, il en fait encore des Branchiostèges.

La même année, Risso[2] fait du Lepadogaster un poisson osseux, thoracique, malacoptérygien et dit simplement qu'il a les « catopes réunies, formant un disque aspirateur ».

En 1828, John Fleming[3] le classe parmi les Malacoptérygiens et lui assigne des ventrales à quatre rayons.

L. Jenyns[4], en 1835, dit : A la face inférieure du corps, les pectorales prennent tout à coup (suddenly) des rayons plus forts et sont toutes deux unies par une membrane passant sous la gorge de manière à former un disque creusé d'une cavité hémisphérique; en arrière de cette cavité s'en trouve une seconde formée par les ventrales réunies. Il range le Lepadogaster parmi les poissons osseux, malacoptérygiens subbrachiens.

La même année, Laurillard[5], dans le premier volume de l'*Anatomie comparée* de Cuvier (texte entre crochets), s'exprime de la manière suivante : « Dans le *Gobiesox testar* les os des jambes[6] dont les pointes sont dirigées en arrière, s'articulent par ces pointes avec les os en question[7] qui ne vont plus, dans cette espèce, s'articuler avec le coracoïdien[8], mais adhèrent faiblement à la base des rayons de la nageoire pectorale et portent eux-mêmes des rayons à leur bord postérieur. »

Cette description montre clairement que l'auteur homologuait les os de la petite pectorale et de la partie postérieure de la ventouse

[1] Nardo, *Prodromus observationum et disquisitionum Adriaticæ ichtyologiæ*, 1827, p. 9 et 18.

[2] Risso, *Histoire naturelle de l'Europe méridionale*, Paris, 1827, t. III, p. 271.

[3] John Fleming, *A History of british animals*, Edinburgh, 1828, p. 189.

[4] L. Jenyns, *A Manual of british vertebrate animals*, Cambridge, 1835, p. 469.

[5] In *Leçons d'anatomie comparée de G. Cuvier*, recueillies et publiées par M. Duméril, 2e édit., t. I, revu par Cuvier. Paris, 1835, texte entre crochets [ ], p. 571, 572.

[6] Les os des nageoires ventrales.

[7] Le coracoïdien de Cuvier.

[8] L'huméral de Cuvier.

du Gobiesox avec le coracoïdien de Cuvier, qu'il appelait à tort « os du bassin ».

L'année suivante, Yarrel[1] classe les Lepadogasters avec les Cycloptères dans les Malacoptérygiens subbrachiens et il dit : « The pectoral fins in these fishes are large, descending to the inferior surface of the body, where they are joined by four strong rays, and united by a membrane a similar structure on the opposite side, from the boundary of an adhesive disk. In the species of the first genus[2] a secund disk is formed by the union of the ventral fins. »

En 1837, Templeton[3] place l'animal qui nous occupe parmi les Malacoptérygiens.

En 1839, Swainson[4] adopte l'opinion de Jenyns et d'Yarrel en ce qui concerne l'homologie des ventouses.

L'année suivante, Lowe[5] assigne quatre rayons aux ventrales, et Nordmann[6], qui classe le Lepadogaster dans les *Malacopterigii thoracici*, famille des Discoboles, indique aussi ce même nombre quatre pour les rayons de ces nageoires.

Valenciennes[7] (1843) fait aussi du Lepadogaster un Malacoptérygien subbrachien et donne pour ce genre la diagnose suivante : « Pinnæ pectorales magnæ cum radiis anticis ac inferis triglidinis, membrana pustulosa acutis cotulam inferam similantibus coadunatæ.

« Pinnæ ventrales in cotulam inferam et posticam conjunctæ »

[1] William Yarrel, *A History of british fishes*, 1836, vol. II, p. 264.

[2] Le Lepadogaster.

[3] R. Templeton, *Irish vertebrate animals*, in *Magazine of natural history*, 1837, t. I, p. 412.

[4] Swainson, *the Natural History of fishes, amphibians and reptiles or monocardian animals*, London, 1839.

[5] Lowe, *A supplement to the synopsis of the fishes of Madeira*, in *Annals of natural history*, 1840, vol. IV, p. 419.

[6] Nordmann, *Observations sur la faune pontique*, in *Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée*, par A. Demidoff, Paris, 1840, t. III, p. 537.

[7] Valenciennes, *Ichtyologie des Canaries*, Paris, 1843, p. 85 ; in Webb, P. et Berthelot, S., *Histoire naturelle des îles Canaries*.

La même année, Johannes Müller[1] découvre le rayon osseux de la ventrale des Gobiesox et des Lepadogasters, et il tire immédiatement parti de cette intéressante découverte en plaçant ces poissons dans les Acanthoptérygiens, à côté des Gobius.

Richardson[2], à la même époque, dit en parlant des Gobiesox : « The oval disk is formed anteriorly by the union of the pectorals, and posteriorly by the ventrals. »

Il considère la petite pectorale comme étant une portion de la ventrale.

En 1844, Forster [3] assigne quatre rayons aux ventrales et considère la ventouse postérieure comme formée aux dépens de ces nageoires.

Stannius [4] dit dans son Anatomie comparée : « Les Poissons chez lesquels elles (les extrémités supérieures) sont les plus remarquables, sont les Cyclopodes, surtout les Cyclopterus et les Lepadogasters, où elles forment, par leur réunion, le disque thoracique. »

La même année (1846) C.-L. Bonaparte[5] classe les Lepadogasters dans la section des Physoclysti, ordre des Blennii, famille des Cyclopteridæ.

Müller et Troschel[6], en 1849, décrivent avec précision plusieurs Gobiésocidés appartenant aux genres Gobiesox, Cotylis, Syciaces et Lepadogaster.

Dans la description succincte que donnent ces auteurs de l'appareil adhésif des Gobiesox, ils disent que les ventrales adhèrent aux pectorales et sont réunies l'une à l'autre ; puis ils s'expriment de la

[1] Johannes Muller, *Beiträge zut Kenntniss der natürlichen Familien der Fishe*, in *Archiv für Naturgeschichte von Wiegmann und Erichson*, 1843, p. 296.

[2] Richardson, *the Zoology of the voyage of H.-M.-S. Sulphur*, London, 1843, 3, *Pisces*, p. 103.

[3] Forster, *Descriptiones Animalium quæ in itinere ad maris*, etc., Berolini, *ex officina academia*, 1844, p. 303.

[4] H. Stannius, tome second du *Manuel d'anatomie comparée* de Siebold et Stannius, traduit par Spring et Lacordaire. Rostock, 1846, p. 47, note.

[5] C.-L. Bonaparte, *Catalogo metodico dei pesci Europei*, Napoli, 1846.

[6] Johannes Muller und Franz Hermann Troschel, *Horæ Ichtyologiæ, Beschreibung und Abbildung neuer Fische*, 1849; Drittes Heft, p. 17-20.

façon suivante : « Hinter den Brustflossen und hinter den Bauchflossen liegt eine Art Wiederholungen dieser Flossen, welche aber nur weiche fadenartige Strahlen enthalten, indessen an ihrer Basis eine Knöcherne Wurzel besitzen. » Après avoir dit que ces sortes de répétitions des nageoires paires forment un disque avec les ventrales soudées, ils ajoutent que ce disque est distinct (getrennt) desdites ventrales sans indiquer l'organe avec lequel on doit l'homologuer.

Pour les trois genres Gobiesox, Cotylis et Syciases, ils donnent le chiffre 1-4 comme nombre des rayons de la ventrale.

En 1850, Costa[1] a donné des descriptions succinctes et de mauvaises figures du crâne et de la ceinture scapulaire des *L. Balbis* et *Gouanii*. Ses dessins d'extérieur sont bons, bien coloriés, mais mal dessinés. A propos des ventouses, l'auteur s'exprime de la façon suivante : « ...Pinnæ pectorales in gutture coalitæ, ope membranæ ad acetabulum semicircularem dispositæ ; ventrales basi elatæ, acetabulum subrotundum efficientes. »

La même année, Guichenot[2] classe les Lepadogasters dans les Malacoptérygiens subbrachiens, famille des Discoboles.

En 1854, Stannius[3] considère encore le disque antérieur comme étant formé par les pectorales réunies sous la gorge et le postérieur comme l'homologue des ventrales soudées sur la ligne médiane. Il dit que les Cotylis sont privés de coracoïdiens.

En 1855, Nilsson[4] adopte aussi cette opinion.

L'année suivante, C. Duméril[5], dans son *Ichtyologie analytique*, met les Lepadogasters dans ses Chondrostés (fibro-cartilagineux) ptéropodes, avec les genres Cycloptère, Chironecte, Baudroie, Malthée, et il leur assigne les caractères suivants : « Nageoires ventrales ou

[1] Costa, *Fauna del Regno di Napoli*, 1850.

[2] A. Guichenot, *Histoire naturelle des reptiles et poissons*, dans *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années* 1840-1841-1842, p. 108.

[3] Siebold et Stannius, *Handbuch der Zootomie*, Berlin, 1854 ; *zweiter theil : die Wirbelthiere*, par Stannius, p. 91-95.

[4] Nilsson, *Scandinavisk Fauna, Fiskarna*, Lund, 1855, p. 241.

[5] C. Duméril, *Ichtyologie analytique*, Paris, 1856, p. 164.

catopes doubles, formant deux disques allongés, concaves et unies aux pleuropes par une membrane transverse.... »

William Thompson[1], comme la plus grande partie des auteurs que j'ai déjà cités, considère la ventouse antérieure comme formée par les pectorales et la postérieure comme résultant de la soudure des ventrales. Il décrit avec détail les variations de couleur des Lepadogasters et dit que les œufs du *L. bimaculatus* ont été trouvés en 1844 dans des coquilles de *Venus virginea* et de *Pectunculus pilosus*. A propos du *L. cephalus* (Connemara Sucker), l'auteur entre dans de longs développements sur la synonymie et les caractères spéciaux à cette espèce.

C. Girard[2] décrit le *L. reticulatus*, G. et assigne à ses pectorales vingt-trois rayons (P.20+3) dont trois inférieurs plus forts et il dit : « The pectorals are broad but short, the ventrals are imbedded in the membraneous disk peculiar to that group of fishes. »

En 1858, J. van der Hoeven[3] décrivant le Lepadogaster Gouan s'exprime comme il suit : « Pectoral fins large, descending below the throat, supported by four firmer rays at the lower part on each side, united around an oval disk in front of the concave disk of the ventral fins... » et à propos des Gobiesox : « ...Ventral disk single, formed anteriorly by the united pectoral fins, posteriorly by the ventrals. »

En 1859, Bleeker[4] crée la famille des Gobiésocidés pour le *Gobiesox deutex*, Cuvier.

L'année suivante, Troschel[5], au cours de la description de son

[1] William Thompson, *the Natural History of Ireland*, London, 1856, t. IV p. 212-215.

[2] C. Girard, *Descriptiones of new fishes collected*, by Dr A.-L. Heermann, naturalist, etc., etc., in *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1856, p. 156.

[3] J. van der Hoeven, *Handbook of Zoology*, t. II; *Vertébrés*, p. 150.

[4] Bleeker, *Enumeratio specierum piscium hucusque in Archipelago indico observatarum*, Batavia, 1859, p. 152.

[5] Troschel, *Leptopterygius, neue Gattung der Discoboli*, in *Archiv für Naturgeschichte*, XXVI Jahrg. 1. Bd., p. 205-209.

Leptopterygius dit que sa ventouse antérieure est formée par les ventrales, et il décrit très succinctement sa ventouse postérieure sans indiquer ses homologies.

En 1861, Filippi[1] accorde quatre rayons aux ventrales du Leptopterygius de Troschel.

A. Günther[1] est, sans contredit, l'auteur qui a le mieux étudié les Gobiésocidés et qui a donné sur ces poissons le plus de détails anatomiques.

Dans le troisième volume de son Catalogue, ce savant ichtyologiste donne une description assez détaillée du squelette du Chorisochismus ; malheureusement je n'ai pas eu entre les mains de poissons appartenant à ce dernier genre, mais, d'après ce que j'ai vu dans les Lepadogasters, je ne crains pas d'affirmer, qu'à part quelques points de peu d'importance, qui peuvent fort bien être particuliers aux Chorisochismus, la description de Günther est d'une rigoureuse exactitude.

J'en dirai autant des quelques lignes que l'auteur a consacrées à la description des appareils adhésifs du *Syciases sanguineus* et du *Lepadogaster Gouanii*.

Günther, à l'exemple de Laurillard[3], considère la ventouse antérieure des Gobiésocidés comme formée par les ventrales ; l'ensemble de leurs petites pectorales et de leur ventouse postérieure représentant les coracoïdiens rapprochés sur la ligne médiane.

Enfin, le bel ouvrage de Günther est le premier dans lequel les Gobiésocidés sont placés parmi les Acanthoptérygiens. Son auteur est, partant, le premier qui ait suivi l'exemple de Johannes Müller, auquel revient tout l'honneur d'avoir donné aux poissons qui nous occupent leur vraie place dans le cadre ichtyologique.

[1] F. de Filippi, *Nota sopra il genere Leptopterygius de Troschel*, in *Archivio per la zoologia, l'anatomia e la fisiologia*, 1861, p. 75.

[2] A. Gunther, *Catalogue of the fishes in the collection of British Museum*, 3e vol., London, 1861, p. 490-513.

[3] In Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée recueillies par Duméril*, Bruxelles, 1836.

En 1864, Claudio Gay[1] classe les Gobiesox parmi les Malacoptérygiens subbrachiens, famille des Discoboloïdes, et dans la diagnose de ce genre il dit : « ...Ventrales jugulares disco conjunctæ... »

La même année, Canestrini[2] décrit avec soin sept espèces de Lepadogaster de la Méditerranée; partout il indique : ventrales 4, sans faire allusion à la nature du disque postérieur de ces animaux.

En 1867, Jonathan Couch[3], dans son *Histoire des poissons,* dit : « ...The sucking organ is divided into two portions, of which one is bordered by an union of the pectoral fins, and the other by the ventrals. »

En 1879, Jourdain[4] s'exprime de la façon suivante à propos des disques fixateurs des Lepadogasters : « ..... La partie antérieure est constituée au centre par les coracoïdiens élargis et réunis sur la ligne médiane; elle est bordée latéralement par les rayons inférieurs des pectorales et en avant par un repli cutané unissant ces deux nageoires. La partie postérieure, nettement séparée par un sillon de la précédente, est formée au milieu par les os du bassin, soudés l'un à l'autre, que bordent en arrière les ventrales réunies, dont les rayons sont disposés en éventail... »

C'est à tort que M. Jourdain dit que les os de la ventouse postérieure sont « soudés l'un à l'autre » ; ces os sont simplement rapprochés et *articulés* l'un avec l'autre.

En 1881, Moreau[5] classe les Lepadogasters dans les Malacoptérygiens subbrachiens, famille des Cyclopteridæ, avec les genres Cyclopterus et Liparis. En quelques lignes, il donne une description

[1] Claudio Gay, *Historia fisica y politica de Chile,* Paris, 1864 ; *Zoologia,* t. II, p. 333.

[2] Canestrini, *Studi sui Lepadogaster del Mediterraneo,* in *Archivio per la zoologia, l'anatomia e la fisiologia,* Modena, 1864, vol. III, fasc. 1.

[3] Jonathan Couch, *A history of the fishes of the British Island,* London, 1867, vol. II, p. 196.

[4] Jourdain, *Sur les poissons du genre Lepadogaster des côtes de la Manche,* in *Bulletin de l'Association scientifique de France,* t. XXIV, avril 1879.

[5] Emile Moreau, *Histoire naturelle des poissons de la France,* Paris, 1881, t. III, p. 348-366.

exacte du squelette des membres, et l'interprète comme Cuvier (1836) et Günther.

Dans son traité d'Ichtyologie, Francis Day [1] considère la ventouse antérieure des Lepadogasters comme formée par les ventrales, et en parlant du disque postérieur, il dit : « The posterior portion of the disk has for its groundwork cartilaginous expansions from the radius (Owen, or coracoid, Parker)... » Il y a là une erreur ou un lapsus, car l'os, appelé radius par Owen et coracoïd par Parker, n'est autre chose que le cubital de Cuvier, qui n'entre pour aucune part dans la formation des ventouses des Lepadogasters.

L'auteur assigne aux ventrales 1 épine et 4 rayons; il décrit avec quelque détail les plaques polygonales des ventouses, et, à l'exemple de Günther, place les Gobiésocidés dans les Acanthoptérygiens.

En 1885, Anderson Smith [2] publie une note sur les « Sucker Fishes ». Il y a à noter dans ce court travail quelques bonnes observations sur les mœurs des Lepadogasters ; mais elles sont mêlées à des inexactitudes et même à des naïvetés.

L'auteur a trouvé les pontes des *L. bimaculatus* et *Decandollii*, mais il déclare n'avoir pas vu d'embryons possédant le commencement du disque des adultes [4]. Les figures qui accompagnent le texte sont presque toutes très mauvaises. Celles qui représentent des embryons (3, 4, 5, 6) semblent avoir été faites d'après des monstruosités.

L'année suivante paraît le travail de M. Niemiec [3] sur les ventouses dans le règne animal. L'auteur consacre quelques pages à l'étude des ventouses du Lepadogaster; il a le mérite d'avoir, le premier, étudié les muscles de l'appareil fixateur de cet animal; malheureu-

[1] Francis Day, *The Fishes of Great Britain and Ireland*, 1880-1884, t. I, p. 189.

[2] Anderson Smith, *Notes of the Sucker Fishes, Liparis and Lepadogaster*, in *Proceedings of the Royal Physical Society*, Edinburgh, 1866, p. 143-150, pl. VII.

[3] The sac of Lepadogaster Decandollii was quite absorbed just six weeks after the deposition of the ova, and a fortnight after it had left the attachment of the slate; and yet, except the appearance of muscular nuclei, indicated in figure 6. no sign of a disk was perceptible. (Sm. Anderson, *loc. cit.*, p. 150.)

Niemiec, *Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal*, in *Recueil zoologique suisse*, 1886, t. III, n° 1, p. 120-126, avec deux figures.

sement, ses descriptions contiennent beaucoup d'erreurs sur lesquelles j'appelle l'attention dans le chapitre que je consacre à l'étude des muscles.

En ce qui concerne le squelette des membres, il est regrettable que M. Niemiec n'ait pas lu les auteurs qui l'ont précédé (Rosenthal, Cuvier, Günther, Moreau), car il aurait trouvé dans leurs ouvrages, surtout dans celui de Günther, des détails précis; ce qui l'aurait empêché de donner de ce squelette une description inexacte.

II

GÉNÉRALITÉS.

Dans le cours de mes recherches, j'ai rencontré quatre espèces de Lepadogasters. Je ne m'étendrai pas sur la description détaillée de ces espèces, car elle se trouve dans tous les ouvrages d'ichtyologie zoologique. Pour les déterminer, je me suis servi de l'excellent livre de F. Moreau [1], qui a donné une bonne table dichotomique et une synonymie très complète des six espèces françaises.

Le *Lepadogaster Gouanii*, Lacépède, est l'espèce qu'on rencontre le plus communément; c'est pour ce poisson qu'en 1770 Goüan a créé le genre Lepadogaster. Il se distingue des autres par ses nageoires dorsale et anale à rayons distincts, réunies à la caudale par une membrane homologue des autres membranes interradiaires; sa longueur est de 6 à 8 centimètres.

Presque tous les faits que contient ce mémoire ont été observés sur le *L. Gouanii* et je n'ai indiqué le nom spécifique que lorsqu'il s'est agi de l'une des trois autres espèces que j'ai eues entre les mains.

Le *L. Gouanii* est très commun à Roscoff; il passe sa vie sous les pierres à l'abri de la lumière, collé au moyen de sa ventouse. Il se nourrit d'annélides et de petits crustacés qu'il happe avec une dextérité remarquable en se projetant rapidement en avant pour revenir aussitôt reprendre sa position primitive.

[1] *Histoire naturelle des poissons de la France*, Paris, 1881, t. III, p. 355.

Pendant le jour, en captivité, il ne quitte pas les pierres ou les coquilles sous lesquelles il a pour habitude de se cacher; mais le soir, il sort et reste collé aux parois du récipient qui le contient. Il est très mauvais nageur.

Sa résistance à l'asphyxie est très grande et il peut rester longtemps hors de l'eau sans périr; cela m'a donné l'idée de rechercher comment il se comporte dans l'eau de mer mélangée d'eau douce[1].

A cet effet, j'ai placé dans un mélange de neuf parties d'eau de mer et d'une d'eau douce deux *L. Gouanii* très bien portants; trois jours après, j'ai porté la proportion d'eau douce à deux dixièmes, puis au bout de trois autres jours à trois dixièmes, et ainsi de suite; de sorte qu'au bout de vingt-sept jours les animaux étaient dans l'eau douce pure, où l'un d'eux est mort. L'autre, qui était très malade dans le mélange de deux parties d'eau de mer et de huit d'eau douce, a été remis à ce moment (au vingt-quatrième jour de l'expérience) dans l'eau de mer pure sans transition aucune et il est redevenu bien portant.

Une autre fois, j'ai mis deux animaux dans une partie d'eau douce et quatre d'eau de mer, en augmentant l'eau douce d'une partie tous les trois jours; de sorte qu'au bout de douze jours ils étaient dans un mélange composé d'une partie d'eau de mer et de quatre d'eau douce. Ils ont vécu dans ce mélange pendant *deux mois*. Au bout de ce temps, ils ont cessé de manger, le froid est arrivé, et ce n'est que vingt jours après qu'ils sont morts (après être restés quatre-vingts jours dans le mélange de quatre parties d'eau douce et une d'eau de mer).

Enfin, j'ai placé sans transition un *L. Gouanii* dans trois parties d'eau douce et deux d'eau de mer; au bout de quatre jours, j'ai porté l'eau douce à quatre parties. Cet animal a vécu pendant *deux mois* dans ce mélange; au bout de ce temps, il a cessé de manger,

[1] L'eau douce pure tue les *L. Gouanii* en douze ou quinze heures. C'est le procédé que j'ai toujours employé pour tuer les animaux dont j'avais besoin pour mes recherches.

mais a encore vécu vingt-cinq jours. Comme il avait été beaucoup affaibli par le froid et le manque de nourriture, je l'ai remis dans l'eau de mer pure, mais il est mort au bout de quatre jours. Il avait vécu pendant quatre-vingt-cinq jours dans le mélange de quatre cinquièmes d'eau douce et un d'eau de mer.

Quoique le résultat ait toujours été la mort des animaux mis en expérience, je n'ai pas cru devoir passer sous silence les faits que je viens de citer, car ils me paraissent avoir une signification bien nette, et il est probable que si l'on pouvait laisser des Lepadogasters dans un mélange d'eau de mer et d'eau douce *constamment renouvelé*, on arriverait, en augmentant progressivement et *très lentement* la proportion d'eau douce, à faire vivre ces animaux dans une eau très peu salée, ce qui serait un résultat fort intéressant.

A Roscoff, on trouve le *L. Gouanii* au bas de l'eau dans les grandes marées : à Bistar, au nord de l'île Verte ; à Rolaas, Tizaozon, Duon, Rec'hier Doun, Rolea de Saint-Pol (Guerheon bihan), au Kaïnou (ar Pourven) et aux Bisayers. A Rolaas, j'en ai encore trouvé par une marée de 10.

A Banyuls, il se trouve devant le laboratoire Arago et dans l'anse de la Ginastère ; mais il est beaucoup plus abondant sous les cailloux du port de Port-Vendres.

Le *Lepadogaster Candollii*, Risso, est une très jolie espèce caractérisée par ses nageoires dorsale et anale à rayons nombreux (d. 14 à 16, a. 9 à 11, d'après Moreau), non réunies à la caudale. Il se trouve dans les mêmes conditions que le *L. Gouanii*, mais il est beaucoup meilleur nageur et beaucoup plus difficile à capturer.

A Roscoff, l'adulte est extrêmement rare, et jusqu'ici, à ma connaissance, on n'en a encore trouvé que quatre exemplaires : deux à Rolea de Saint-Pol en 1886, le troisième à Rolaas en 1888, le quatrième se trouvait dans la collection avant que je ne commence mes recherches.

Les jeunes, au contraire, se rencontrent de temps en temps à marée basse dans les petites flaques d'eau ou bien dans les ruisselets

qui se forment au milieu de grands amoncellements de cailloux granitiques ou schisteux quand la mer baisse. J'en ai trouvé à Rolaas, à Rec'hier Doun et à Bistar.

Ces jeunes, qui m'ont été très utiles pour résoudre la question de l'homologie des ventouses, ont une coloration absolument différente de celle de l'adulte. La teinte générale est *noir foncé* sur tout le corps, excepté sur la caudale qui est d'une transparence parfaite. Entre les deux yeux, il y a une tache transversale blanc d'argent brillant qu'on retrouve souvent chez l'adulte, et une même tache sur le dos à quelque distance des racines des pectorales. Cette racine est aussi marquée d'une petite tache blanche.

Quand on regarde l'animal à la loupe ou même à l'œil nu, on voit que la teinte noire générale est interrompue par places : sur le dos, entre la ligne blanche interoculaire et la racine des pectorales, on observe cinq ou six lignes pâles de même aspect que la ligne interoculaire, mais beaucoup plus claires et beaucoup moins brillantes ; ces lignes viennent se résoudre en points de même teinte sur les opercules. En avant, sur le museau, on observe aussi des lignes transversales de même teinte que les premières ; enfin, sur la queue, depuis l'origine des pectorales jusqu'à la naissance de la caudale, il y a des points blanc grisâtre très pâle de même couleur que les lignes du dos.

A Banyuls-sur-Mer, le *L. Candollii* adulte, au lieu d'être extrêmement rare comme à Roscoff, est aussi commun que le *L. Gouanii* ; il se rencontre à la grève, comme ce dernier, et dans les mêmes localités.

Le *Lepadogaster bimaculatus*, Fleming, est plus petit que les deux espèces précédentes. Chez lui, la dorsale et l'anale sont séparées, ce qui le distingue du *L. Gouanii*, du *L. Brownii*, Risso, et du *L. Wildenowii*, Risso ; de plus, l'anale a quatre à six rayons, la dorsale cinq à sept, ce qui le distingue du *L. Candollii*, Risso, et du *L. gracilis*, Moreau (*Mirbelia gracilis*, Canestrini).

A Roscoff, où ce petit poisson est assez abondant, on le trouve au nord de l'île Verte, à Bistar, dans les souches des grandes laminaires

(*Laminaria bulbosa*, Lamouroux) qui ne découvrent que dans les très grandes marées. Presque toujours on trouve avec lui un petit poisson à ventouse, le *Liparis vulgaris*, C. Bonaparte, qui, à certaines époques, est très abondant, car, pendant l'hiver de 1887, Charles Marty, l'intelligent et dévoué gardien du laboratoire de Roscoff, en a trouvé près de cinquante en cherchant pour moi des *L. bimaculatus*.

Ce poisson des mers du Nord passe pour être rare en France, et Moreau ne l'indique qu'à Abbeville et à Trouville, c'est ce qui m'a engagé à m'écarter un peu de mon sujet pour faire connaître un fait qui prouve une fois de plus la richesse vraiment surprenante des grèves de Roscoff, richesse qui augmente toutes les fois qu'on cherche des animaux dont la présence n'avait pas encore été signalée.

Le *L. bimaculatus* se trouve aussi à une profondeur beaucoup plus grande que celle à laquelle correspond la zone des Laminaires. Il a été trouvé à Roscoff par 20 à 30 mètres de profondeur dans les dragages qu'on fait tous les ans aux environs de la tourelle Astan ; il a aussi été rapporté d'un fond composé presque uniquement de coquilles de Pectunculus qui se trouve à l'ouest des Triagos par 80 mètres de profondeur.

A Banyuls, le *L. bimaculatus* ne se rencontre pas à la grève, mais on le trouve au large de temps en temps ; il m'a été rapporté d'un dragage au cap l'Abeille dans le sable à Amphioxus par 35 mètres de profondeur. Il a aussi été pêché dans une localité que les pêcheurs de Banyuls appellent l'Abîme, par 80 ou 100 mètres de fond. Les deux individus qui proviennent de ce dragage étaient d'aussi grande taille que ceux qu'on trouve à Roscoff, derrière l'île Verte ; ils étaient marbrés de rouge et portaient la tache qui a fait donner à l'espèce son nom spécifique. En même temps, on a rapporté deux grandes coquilles de *Pecten Jacobœus* tapissées d'œufs dont la vésicule ombilicale avait la teinte rouge des deux animaux trouvés avec elles. A Roscoff, les individus que je prenais dans les souches de Laminaires étaient constamment privés de leur tache caractéristique.

Le *Lepadogaster Wildenowii*, Risso, trouvé à Nice par Risso, est

donné comme très rare dans la Méditerranée par Moreau; il est assez abondant à Banyuls, mais il faut savoir le chercher. Les pêcheurs, qui cherchent dans la vase sous-jacente aux cailloux de la grève les Néréides avec lesquelles ils amorcent leurs lignes, trouvent souvent cette espèce. Il était intéressant de signaler cet habitat nouveau du *L. Wildenowii*, Risso, puisque, sur la côte de France, on ne le connaissait qu'à Nice.

Le *L. Wildenowii* se distingue de toutes les autres espèces de Lepadogasters par ses nageoires dorsale et anale *à rayons peu distincts, réunies à la caudale*. Il y a, dans les diverses manières dont se comportent les nageoires dorsale et anale des Lepadogasters par rapport à la caudale, un caractère embryogénique intéressant à signaler. En effet, dans l'embryon des Lepadogasters, comme dans tous les embryons de poissons, les nageoires impaires sont toutes continues et forment une membrane d'une transparence parfaite qui entoure la partie postérieure de l'animal. Les rayons se développent dans les parties de cette membrane qui doivent donner naissance aux nageoires impaires, et celle-ci s'atrophie dans les intervalles.

Or, chez le *L. Wildenowii* les rayons sont peu développés et seulement visibles par transparence; la dorsale et l'anale sont réunies à la caudale.

Chez le *L. Gouanii*, Lac., et le *L. Brownii*, Risso, les nageoires impaires sont encore réunies, mais leurs rayons sont très distincts.

Le *L. Candollii*, Risso, représente un troisième stade; chez lui, non seulement les rayons de la dorsale et de l'anale sont nombreux et distincts, mais de plus ils sont séparés de la caudale.

Enfin, dans le *L. bimaculatus*, Flem., et dans le *L. gracilis*, Moreau, l'atrophie de la nageoire embryonnaire a été beaucoup plus loin que dans les autres espèces, car la caudale est très éloignée de l'anale et de la dorsale. De plus, le nombre de leurs rayons est beaucoup plus réduit, puisque la dorsale et l'anale ont respectivement 5 à 7 et 4 à 6 rayons dans la première espèce et seulement 3 chacune dans la seconde.

Par tout ce qui précède, on a vu qu'à Roscoff j'ai trouvé trois espèces de Lepadogasters : l'une est très abondante (*L. Gouanii*, Lac.), la seconde peu commune (*L. bimaculatus*, Flem.), et la troisième très rare (*L. Candollii*, Risso).

A Banyuls, il y en a quatre espèces, deux très communes (*L. Gouanii* et *L. Candollii*), une peu commune (*L. Wildenovii*, Risso) et la dernière rare (*L. bimaculatus*).

Ceci prouve une fois de plus ce fait bien connu, que les deux stations de Roscoff et de Banyuls se complètent très heureusement.

III

SYSTÈME SQUELETTIQUE

Le squelette des Lepadogasters présente des particularités assez intéressantes pour mériter une étude détaillée.

La charpente des membres, surtout, a subi de nombreux changements en rapport avec leur adaptation très spéciale ; aussi la description de leur squelette tiendra-t-elle une large place dans ce premier chapitre.

Dans les descriptions des auteurs, le même os est souvent désigné par un nombre considérable de noms différents ; c'est pourquoi je ne dois pas oublier de dire que la nomenclature dont je me suis servi ici est celle qu'a donnée Cuvier dans son grand ouvrage sur les Poissons[1] ; elle a été beaucoup critiquée et avec raison dans quelques cas, mais elle est la mieux connue, la première qui ait eu une réelle valeur et elle vaut souvent autant que celles que les auteurs modernes ont voulu lui substituer.

Je décrirai successivement : I. le *Crâne* ; II. la *Mâchoire supérieure* ; III. l'*Arcade palatine* ; IV. la *Mâchoire inférieure* ; V. l'*Opercule* ; VI. l'*Hyoïde* et les *os des Branchies* ; VII. la *Colonne vertébrale* et les *Côtes* ; VIII. les *Os des Membres*.

[1] *Histoire naturelle des poissons*, par Cuvier et Valenciennes. Paris, 1828.

I. *Crâne*. Pour la facilité de la description, je considérerai le crâne comme formé de quatre régions qui sont, d'arrière en avant :

1° La région occipitale; 2° la région pariétale ; 3° la région frontale; 4° la région ethmoïdale.

Cette division est bien artificielle, mais elle apportera, je l'espère, un peu de clarté dans l'exposé qui va suivre.

La *région occipitale* comprend :

L'occipitale basilaire ; les occipitaux latéraux ; l'occipital supérieur ; les occipitaux externes.

L'*occipital basilaire* (pl. XXV, fig. 2, 3, 4, *ob*) est un os lamelleux situé exactement dans le prolongement de la série des corps des vertèbres; il affecte à peu près la forme d'un losange dont les angles antérieur et postérieur sont tronqués. La partie postérieure de l'os est renflée et creusée en cupule (pl. XXV, fig. 4, *ob*), comme le corps des vertèbres, et s'articule avec le corps de la première ; sa face inférieure est largement appliquée sur la partie postérieure du sphénoïde principal, et sur sa face supérieure on remarque de chaque côté un sillon irrégulier qui reçoit le bord de l'occipital latéral correspondant.

L'*occipital latéral* (pl. XXV, fig. 1, 2, 4, *ol*) est formé de deux lames osseuses, l'une horizontale, l'autre verticale. La partie horizontale s'articule en dedans avec le bord externe de l'occipital basilaire, en avant avec une partie du bord postérieur de la grande aile, en dehors avec le mastoïdien ; son bord postérieur porte le tubercule articulaire pour le corps de la première vertèbre (pl. XXV, fig. 4, *ol'*), et c'est sur ce bord que s'élève la partie verticale de l'os. Le bord de cette dernière s'articule en avant avec l'occipital externe, en haut avec l'occipital supérieur, et postérieurement limite le trou occipital (pl. XXV, fig. 4, *to*).

L'*occipital supérieur ou interpariétal* (pl. XXV, fig. 1, 4, *os*) affecte une forme qui diffère notablement de ce qu'elle est d'ordinaire chez les poissons. Habituellement il se prolonge vers le haut par une crête aplatie latéralement qui élève beaucoup le profil de la tête

postérieurement. Ici, au contraire, cet os est une lame extrêmement aplatie dans le sens vertical et totalement dépourvue de crête.

Elle est allongée dans le sens antéro-postérieur, son quart postérieur, beaucoup plus épais que les trois autres, fait un angle assez prononcé avec eux et appartient à la face postérieure du crâne, tandis que la partie antérieure, extrêmement mince, est tout entière à la face supérieure du crâne.

L'interpariétal s'articule de chaque côté avec le frontal principal et le pariétal qui le recouvrent sur un grand espace en ne laissant libre que sa partie centrale. Les faces latérales de sa partie épaisse postérieure s'ajustent étroitement en bas avec l'occipital latéral, en dehors avec l'occipital externe.

L'*occipital externe* (pl. XXV, fig. 2, 4, *oe*) est un os convexe en dehors, concave en dedans. Il vient s'appliquer par toute l'étendue de son bord inférieur sur le bord supérieur de l'occipital latéral, son bord interne s'articule avec l'occipital supérieur, mais tandis que ces deux os concourent à limiter le trou occipital, l'occipital externe n'y prend aucune part. Sa cavité loge une partie de l'organe de l'audition. En dedans, il est recouvert largement par le pariétal, et en avant son bord s'affronte avec le bord postérieur du mastoïdien. Il s'articule par conséquent avec quatre os du crâne.

La partie verticale de l'occipital externe qui appartient à la face postérieure du crâne est creusée, en dehors, d'une petite cavité dans laquelle vient se loger le condyle de l'extrémité interne du surscapulaire (pl. XXV, fig. 4 *ss*).

La *deuxième région ou région pariétale* comprend :

Le sphénoïde principal ; les grandes ailes; les mastoïdiens; les pariétaux.

Le *sphénoïde principal* (pl. XXV, fig. 2, 3, *s*) n'offre rien de particulier à considérer. C'est une lamelle parfaitement aplatie, affectant la forme d'un losange à angles aigus tronqués. Il s'articule en arrière avec l'occipital basilaire qui repose sur son quart postérieur, plus en avant avec chacune des grandes ailes qui reposent sur lui par

une large surface. En avant, il repose lui-même par une longue surface sur l'apophyse horizontale du vomer, et la partie tout à fait antérieure de ses bords latéraux s'affronte de chaque côté avec la lame inférieure du frontal antérieur.

Les *grandes ailes* ou *ailes temporales* sont des os très plats lamelleux présentant un contour polygonal très marqué, composé de sept côtés, dont six sont articulés avec les autres os du crâne et le septième libre (pl. XXV, fig. 2, *ga*). Le côté, le plus antérieur, est libre, celui qui le suit immédiatement en dehors s'articule avec le frontal antérieur, le troisième avec le mastoïdien, le quatrième avec l'occipital latéral, le cinquième avec l'occipital basilaire, et les deux derniers avec le sphénoïde principal sur lequel la grande aile repose par une large surface. Près du bord articulé avec le frontal, il est percé d'un trou par lequel passe le nerf facial et la veine cardinale antérieure (pl. XXV, fig. 2, *t*).

Le *mastoïdien* (pl. XXV, fig. 1, 2, 4, *m*) est formé de deux lames osseuses formant entre elles un dièdre dont l'ouverture fait partie intégrante de la cavité crânienne. Dans cette cavité mastoïdienne, traversée par une ou deux lamelles osseuses, se trouve logée probablement une grande partie de l'organe de l'audition, car le rocher n'est pas représenté chez le Lepadogaster. La partie commune aux deux lames osseuses soudées qui constituent cet os, se prolonge notablement en dehors et forme une apophyse saillante sous la partie antérieure de laquelle se trouve une cavité articulaire (pl. XXV, fig. 2, *ct'*). C'est dans cette cavité que vient s'articuler le temporal. Le surscapulaire ne s'articule pas avec le mastoïdien.

La lame supérieure du mastoïdien est parcourue d'avant en arrière et de dedans en dehors par un canal muqueux dépendant du système médian et venant du frontal postérieur. Le mastoïdien s'articule en avant avec le frontal postérieur, en haut avec le pariétal, en bas avec la grande aile, en arrière avec l'occipital externe (en haut) et avec l'occipital latéral (en bas). Enfin, il s'articule en dehors avec le temporal.

Le *pariétal* (pl. XXV, fig. 1, 3, 4, *pt*) est un os très mince, très plat, à extrémité antérieure arrondie, la postérieure étant tronquée et légèrement épaissie. Ses bords longitudinaux sont courbés, l'externe est concave en dehors, l'interne convexe en dedans, il est posé sur le frontal postérieur et le frontal principal en avant, sur l'interpariétal en dedans, sur l'occipital externe et le mastoïdien en dehors. Il les recouvre sur une grande étendue, de sorte que le trou qu'il laisse, quand on l'enlève, est beaucoup plus petit que lui.

Le rocher n'existe pas dans le Lepadogaster, comme je l'ai déjà dit plus haut ; ceci n'a rien qui doive étonner, car, d'après Cuvier [1], cet os manque souvent.

La *troisième région* ou *région frontale* se compose de quatre os :

Les frontaux principaux ; les frontaux postérieurs.

Le *frontal principal* (pl. XXV, fig. 1, 2, 3, *fp*) est plat, sa forme se rapproche de celle d'un triangle à côtés curvilignes ; son côté interne est convexe ; les deux autres concaves. Son angle antérieur s'articule avec le frontal antérieur ; son côté interne convexe avec l'ethmoïde, l'autre frontal principal et l'interpariétal ; son côté externe antérieur est libre et forme le bord interne de l'orbite ; quant au côté externe postérieur, il s'articule avec le pariétal et le frontal postérieur.

Le frontal principal est creusé d'un canal muqueux très important qui part de l'extrémité antérieure de l'os (fig. 1, *cm*), suit son bord externe antérieur et va s'ouvrir à son sommet externe (fig. 1, 3, *opo*). Vers le milieu de son trajet, ce canal muqueux envoie une branche transversale normale au côté convexe de l'os ; elle s'abouche avec la branche correspondante de l'autre frontal principal et forme ainsi le canal anastomotique du système muqueux médian (fig. 1, *pa*).

Le *frontal postérieur* (pl. XXV, fig. 1, *fpo*) est d'une forme très compliquée que je ne décrirai pas. Vu d'en haut, il affecte assez la forme d'un parallélogramme dont les côtés antérieur et interne s'articulent avec le frontal principal, le côté postérieur avec le mas-

[1] Souvent aussi il (le rocher) manque entièrement, comme dans le Brochet, la Carpe, l'Anguille (Cuvier et Valenciennes, *loc. cit.*, t. I, p. 324).

toïdien et dont l'angle postérieur est recouvert par le pariétal. En dessous, le frontal postérieur s'articule avec la grande aile du sphénoïde.

L'angle antéro-externe de cet os forme l'apophyse orbitaire postérieure (fig. 1, 2, 3, *apo*); c'est tout près de cette apophyse que s'ouvre le canal muqueux du frontal principal (fig. 1, 3, *opo*) et celui qui traverse le frontal postérieur pour aller s'anastomoser avec le précédent (fig. 1). Immédiatement au-dessous de l'apophyse post-orbitaire du frontal se trouve la cavité glénoïde conique régulière, qui reçoit un des condyles du temporal. Elle est un peu plus interne que celle creusée dans le mastoïdien, de sorte que la ligne qui joint ces deux cavités fait un angle très notable avec l'axe antéro-postérieur du crâne.

Je n'ai pas trouvé dans le crâne du *L. Gouanii* d'os pouvant représenter le *sphénoïde antérieur* et l'*aile orbitaire* du sphénoïde.

La *quatrième région* ou *région ethmoïdale* comprend :

L'ethmoïde ; les frontaux antérieurs ; le vomer.

L'*ethmoïde* (pl. XXV, fig. 1, 3, *e*) situé entre les frontaux principaux et le vomer, est constitué par deux lames osseuses ; l'une horizontale, qu'on aperçoit en dessus, s'articule avec les os qui l'entourent ; l'autre oblique de haut en bas et d'avant en arrière, convexe en arrière, concave en avant, repose sur le vomer et est visible sur le côté du crâne (fig. 3, *e*).

Le *frontal antérieur* (pl. XXV, fig. 1, *fa*) consiste en deux plans osseux faisant entre eux un angle dièdre dont l'ouverture est interne. La partie commune à ces deux lames osseuses se prolonge beaucoup en dehors et forme l'apophyse orbitaire antérieure (fig. 1, 2, 3, *ap*).

Entre cette apophyse orbitaire et la masse principale de l'os se trouve un tubercule osseux arrondi avec une facette dirigée en bas (fig. 1, 2, 3, *to*). C'est avec ce tubercule osseux que s'articule la tête de l'os palatin (fig. 16).

Le frontal antérieur s'articule en arrière avec le frontal principal,

en dedans et en avant avec le vomer, en bas avec le sphénoïde. Il est percé d'un trou, à la base de l'apophyse orbitaire, pour le passage du nerf olfactif (fig. 1).

Le *vomer* (pl. XXV, fig. 1, 2, 3, *v*, *v'*, *v''*) est constitué par deux apophyses aplaties réunies en avant. L'apophyse inférieure, étroitement appliquée à la face inférieure du sphénoïde, est de beaucoup la plus longue, très large en avant, et graduellement atténuée d'avant en arrière (fig. 2, *v''*); l'autre fait avec la première un angle d'environ 45 degrés à ouverture postérieure; elle est beaucoup plus petite que celle-ci et vient se loger entre les deux frontaux antérieurs d'une part et l'ethmoïde de l'autre (fig. 1, *v*). En avant de ces deux apophyses lamellaires se trouvent deux renflements osseux considérables qui représentent le *chevron du vomer* (fig. 1, 2, 3, *v'*). Ils sont absolument dépourvus de dents.

Le vomer s'articule en haut avec les frontaux antérieurs et l'ethmoïde, en bas avec les frontaux antérieurs et le sphénoïde.

Pour être complet, je dois maintenant dire un mot de certains os creusés de canaux muqueux, qui sont d'ordinaire surajoutés au crâne des Téléostéens. Je veux parler des *os nasaux, sous-orbitaires* et *surtemporaux*.

Les *nasaux* consistent en un petit rectangle osseux allongé d'avant en arrière dont le bord interne est prolongé par une longue tige aplatie, environ trois fois aussi longue que la partie élargie rectangulaire. Cette dernière est creusée d'un canal muqueux légèrement concave en dehors qui se trouve exactement dans le prolongement du canal muqueux longitudinal creusé dans le frontal principal.

Le nasal est immédiatement appliqué sur le frontal antérieur par sa partie élargie; la longue tige qui le prolonge en avant passe au-dessus du chevron du vomer et au-dessus de l'intermaxillaire (pl. XXV, fig. 16, *n*).

On ne trouve pas ici la longue série d'os *sous-orbitaires* qui, chez certains poissons, limitent le bord inférieur de l'orbite. Cependant,

contrairement à ce que dit A. Günther[1], le *sous-orbitaire* antérieur existe et il est percé d'un canal muqueux, comme cela a lieu d'ordinaire pour ces os.

Dans le *L. Gouanii*[1] le sous-orbitaire antérieur est appliqué à la face externe du tubercule du palatin ; il est très petit, de forme rectangulaire, sa grande dimension est antéro-postérieure. Le canal dont il est percé est simple en arrière, se recourbe, puis devient double (pl. XXV, fig. 12, *p*, *a*).

Les os *surtemporaux* manquent totalement.

En résumé, le crâne du *L. Gouanii* est composé de vingt-cinq os, dix pairs et cinq impairs. Quatre de ces os (nasaux, sous-orbitaires) ne font pas en réalité partie du crâne, de sorte qu'il n'y a que vingt et un os qui, à vrai dire, constituent la boîte crânienne.

Ce qui caractérise surtout le crâne des Lepadogasters, c'est : 1° son aplatissement considérable ; 2° l'absence totale de crêtes dorsales et latérales ; 3° la saillie considérable des apophyses orbitaires ; 4° la grande profondeur des échancrures orbitaires.

II. *Mâchoire supérieure.* — La mâchoire supérieure comprend quatre os : deux *intermaxillaires* et deux *maxillaires supérieurs*.

L'*intermaxillaire* (pl. XXV, fig. 16, *im*) offre une forme particulière; il est triangulaire, mais son côté postérieur est échancré par un long sinus, limité en avant par l'apophyse descendante de l'intermaxillaire, et en arrière, par son apophyse montante. La première est presque rudimentaire, comme le fait observer A. Günther; la seconde est très longue, appliquée sur le vomer et sur l'ethmoïde (pl. XXV, fig. 16, *im'*).

L'intermaxillaire est articulé avec le maxillaire supérieur par son bord postérieur, qui vient se loger entre les deux apophyses que porte la tête de ce dernier os (pl. XXV, fig. 16, *as*, *ai*). Un ligament très résistant unit l'apophyse descendante de l'intermaxillaire au corps du maxillaire supérieur.

[1] *Catalogue of the Fishes in the collection of the British Museum*, London, 3e vol., 1861, p. 510.

Quoique l'intermaxillaire ait une apophyse montante très longue, il est extrêmement peu protractile.

Le *maxillaire supérieur* est une baguette irrégulière renflée et bifurquée en avant, atténuée en arrière (pl. XXV, fig. 10, 11), articulée en avant avec l'intermaxillaire (pl. XXV, fig. 16) par la fourche que forment ses deux apophyses terminales (*ai*, *as*). Sa tête est articulée avec le palatin et le vomer et un fort ligament relie son corps à l'intermaxillaire. Un autre ligament membraneux le réunit au bord externe du palatin; enfin il est solidement fixé à l'articulation de la mâchoire inférieure par deux forts ligaments : l'un va de l'apophyse de la région moyenne de l'intermaxillaire (*lc*) à l'apophyse coronoïde de l'articulaire ; l'autre, de l'extrémité postérieure de l'intermaxillaire (*la*) au bord supérieur de l'articulaire.

III. *Arcade palatine.* — Je prends ce terme dans son sens le plus large, c'est-à-dire que je désigne sous le nom d'*arcade palatine* l'ensemble formé par le suspensorium de la mâchoire inférieure, l'appareil palatin et l'os préopercule qu'on décrit souvent avec les os operculaires.

Lorsqu'elle atteint son maximum de complexité, l'*arcade palatine* comprend huit os ; or, dans le Lepadogaster on n'en trouve que six ; il est donc nécessaire d'examiner ces os avec soin pour établir leurs homologies.

L'os le plus antérieur de l'arcade palatine s'articule avec le frontal antérieur en dessus et avec le maxillaire supérieur en dessous, c'est par conséquent le *palatin* (pl. XXV, fig. 5, 6, *pt*).

Un autre os met l'arcade palatine en rapport avec le crâne, il s'articule d'une part avec le mastoïdien, de l'autre avec le frontal postérieur. On ne peut donc avoir aucun doute sur sa nature, c'est le *temporal* (pl. XXV, fig. 5, 6, *tl*, et fig. 7, 8, 9).

La pièce qui s'unit à l'articulaire de la mâchoire inférieure est par cela même facile à déterminer, c'est le *jugal* (pl. XXV, fig. 5, 6, *j*, *j'*).

Avec ces trois os, sur la détermination desquels on ne peut avoir

aucun doute, nous allons pouvoir établir l'homologie des trois qui restent.

Entre le palatin et le jugal, on observe une toute petite pièce en forme de coin qui se fixe à la branche montante de ce dernier os. Que représente-t-elle ? Si l'on s'en rapporte aux relations de position qui existent d'ordinaire entre les os de l'arcade, on considérera ce petit os comme le *transverse* (pl. XXV, fig. 5, 6, *tv*).

En second lieu, le temporal est relié au jugal par l'intermédiaire de deux os, l'un antérieur (fig. 5, 6, *tp*), l'autre postérieur (fig. 5, 6, *po*); or, d'ordinaire, ces deux os sont reliés entre eux par trois pièces, il y a donc un de ces deux os intermédiaires qui en représente deux autres ou bien l'une des trois pièces manque. L'os postérieur (*po*, fig. 5, 6), comme nous le verrons dans un instant, offre des caractères très particuliers qui ne permettent pas de le confondre avec aucun autre, c'est le *préopercule;* celui qui reste (*tp*, fig. 5, 6) remplace donc le *tympanal* et le *symplectique*.

Enfin, on ne trouve aucun os mettant en rapport le palatin (*pt*) avec le tympanal (*tp*), il n'y a donc pas trace de *ptérygoïdien*.

Maintenant que l'homologie des pièces de l'arcade est établie, je vais examiner succinctement chacune d'elles.

Le *palatin* (fig. 5, 6, *pt*) est de forme très simple, il est renflé en avant et aplati en arrière. Antérieurement, il s'articule en dessus avec le frontal antérieur, en dessous, avec le maxillaire supérieur; postérieurement, il ne s'articule pas avec le transverse, mais est relié à lui par un fort ligament. Un autre ligament très fort l'attache solidement au vomer (pl. XXVII, fig. 3, de chaque côté de *vo*). Le palatin ne porte aucune dent, il forme la partie externe du plancher de l'orbite.

Le *temporal* (fig. 5, 6, *tl*, et 7, 8, 9) est constitué d'une façon toute particulière ; il consiste en cinq cônes osseux de longueurs différentes dont tous les sommets sont réunis au même point qui constitue le centre de l'os. Le cône antérieur (fig. 7, *fp*) s'articule avec le frontal postérieur dans la cavité glénoïde (*ct*, fig. 2. 3) dont cet os est percé ;

le postérieur (*po*) se met en rapport avec le préopercule. Dans la région médiane de l'os, un petit cône (*md*) s'articule avec le mastoïdien dans la cavité glénoïde qu'il porte sur sa face externe. Un quatrième cône à large base (*ts*) s'attache antérieurement au tympanal et postérieurement au styloïde. Enfin, le cinquième cône (*op*), très volumineux, est celui auquel s'articule la tête renflée de l'os opercule (*op*, fig. 5).

Le nerf facial perce le temporal en passant par les deux trous que cet os porte près de son centre (*f*, fig. 9).

Le *jugal* présente deux branches inégales faisant entre elles un angle d'environ 45 degrés. La branche verticale qui est la plus courte (*j'*, fig. 5, 6) s'articule avec le transverse et la branche horizontale avec le préopercule ; le tympanal se fixe entre les deux branches et le condyle de l'os se met en rapport avec l'articulaire de la mâchoire.

Le *préopercule* occupe la partie tout à fait postérieure de l'arcade palatine et est articulé en haut avec le temporal, en bas avec le jugal. Il se trouve immédiatement en avant de l'opercule et en dehors de l'interopercule.

Toutes ces relations de position suffiraient pour le déterminer, mais, en outre, sa constitution intime vient apporter un argument décisif : il est percé de trois canaux muqueux qui partent de chacun de ses angles et qui s'anastomosent en son centre.

A tous ces caractères, s'en ajoutent d'autres qui font que cet os diffère beaucoup de ce qu'il est ordinairement.

Ainsi, Cuvier dit, page 345[1] : Sa forme (au préopercule), les dentelures ou les épines dont son bord et son angle sont souvent armés, varient beaucoup, et comme ces variations se voient à l'extérieur, on en a tiré de bons caractères pour la distinction des Poissons, et A. Günther [2], page 54 : As it (le preopercule) is quite a superficial bone and frequently armed with various spines its form

[1] *Loc. cit.*
[2] *Loc. cit.*

and configuration form an important item in the descriptive details of many fishes.

Dans les Lepadogasters, le préopercule est absolument dépourvu d'ornements quelconques et, loin d'être superficiel, il est profondément caché sous la masse considérable du crotaphyte, qui, lui-même, est recouvert par la peau ; cet os ne peut donc, en aucune façon, fournir de caractères extérieurs.

L'os qui représente à la fois le *tympanal* et le *symplectique* n'offre rien de particulier à signaler (*tp*, fig. 5, 6).

IV. *Mâchoire inférieure.* — Elle comprend trois os de chaque côté : l'*articulaire*, l'*angulaire* et le *dentaire*.

L'*articulaire* ne présente rien de bien curieux ; il affecte une forme irrégulière et consiste en une grosse masse osseuse percée d'un canal muqueux portant en arrière l'apophyse coronoïde et terminée en avant par une pointe aiguë qui s'enfonce dans le dentaire. Postérieurement, il s'articule avec le jugal, et dans son angle interne se trouve placé l'*angulaire*, très petit os relié à l'interopercule par un ligament court et résistant (*ag*, fig. 5).

L'os *dentaire* n'a pas non plus de particularité bien intéressante ; il est creusé d'un canal muqueux qui se continue avec celui de l'articulaire ; son bord supérieur porte de nombreuses dents en velours, et sa partie postérieure a deux apophyses, dont l'une s'applique sur l'articulaire, l'autre servant de surface d'insertion à un muscle assez puissant qui se fixe d'autre part à une apophyse semblable de l'articulaire.

V. *Opercule.* — L'opercule ne comprend que trois os, car j'ai décrit le préopercule avec l'arcade palatine. Ces trois os sont : l'*opercule*, le *sous-opercule* et l'*interopercule*.

L'*opercule* proprement dit (pl. XXV, fig. 5, *op*) est une lamelle très mince allongée d'avant en arrière, à angles arrondis. Son bord inférieur est renflé sous la forme d'une baguette épaisse terminée en avant par un cône creusé en cupule qui s'articule avec le temporal (fig. 5).

Le *sous-opercule* est une mince pellicule osseuse de forme à peu

près quadrilatère, un peu allongée d'arrière en avant, à bord supérieur légèrement échancré. Il est articulé avec l'opercule dont l'extrémité postérieure s'applique sur sa face externe (pl. XXV, fig. 5, *so*).

L'*interopercule* (fig. 5, *io*) est lamelleux et affecte à peu près la forme d'un losange; il n'est articulé avec aucun des autres os du battant operculaire, parce que son angle supérieur s'articule avec la pièce *h''* (fig. 5) de l'hyoïde, fixée elle-même au styloïde (*st*) qui est très court. L'interopercule se trouve ainsi reporté très haut sur la face interne du préopercule, et on ne peut l'apercevoir qu'en regardant l'arcade palatine en dedans. Son angle antérieur est relié à l'angulaire de la mâchoire (*ag*, fig. 5) par un ligament.

VI. *Hyoïde et os des branchies.* — L'*hyoïde* comprend quatre pièces osseuses paires et deux médianes impaires, plus six rayons branchiostèges de chaque côté. Le dessin que je donne de la moitié gauche de l'hyoïde (pl. XXV, fig. 13) me dispensera de le décrire longuement.

Le *styloïde* (fig. 13 et 5, *st*) est un petit osselet en forme de sablier fixé à un cône du temporal qui porte également le tympanal. Il s'articule à une pièce à peu près carrée (*h''*, fig. 5 et 13) qui porte aussi l'interopercule (*io*). Un des côtés de la pièce *h''* s'articule avec un os (*h'*, fig. 13) qui présente un corps de même dimension et de même forme que cette pièce elle-même. Cet os se prolonge en une tige cylindrique tronquée très obliquement qui s'articule avec un quatrième os (*h*, fig. 5), pointu du côté externe, renflé du côté interne.

De chaque côté, la pièce *h* s'articule avec le *lingual* et avec la *queue de l'hyoïde.*

Le *lingual* (fig. 13, *lg*, fig. 14) est en forme de spatule; il s'articule avec la queue de l'hyoïde (*qh*, fig. 13), à laquelle vient se fixer le puissant muscle sterno-hyoïdien.

Les *rayons branchiostèges* n'ont rien de particulier à signaler, la pièce *h''* ne porte qu'un rayon, le plus long; la pièce *h'* porte les cinq autres.

Les *os des branchies* présentent quelques différences avec ce qui a lieu d'ordinaire : la chaîne intermédiaire des osselets qui fait suite à l'os lingual manque totalement.

Les arcs branchiaux sont constitués comme d'habitude, par deux moitiés, une inférieure et une supérieure. Les trois arcs antérieurs ont leur moitié inférieure composée de deux pièces, une interne courte, et une externe très longue; le quatrième arc n'a qu'une seule pièce très longue. Les quatre arcs ont tous leur moitié supérieure composée d'une seule pièce.

Les *pharyngiens inférieurs* sont séparés, pointus en dehors, élargis en dedans et couverts, surtout sur leur bord postérieur, de petites dents en velours recourbées en arrière.

Les *pharyngiens supérieurs* sont seulement au nombre de deux, un de chaque côté. Cet os représente les pharyngiens des trois derniers arcs soudés entre eux; il est couvert de dents en velours, excepté sur sa moitié externe.

Je n'ai pas trouvé le petit os que Cuvier considère comme le pharyngien supérieur du premier arc et qui s'articule avec le crâne.

VII. *Colonne vertébrale et côtes.* — Il y a toujours quatorze vertèbres du tronc, tandis que le nombre des caudales est tantôt de dix-neuf, tantôt seulement de dix-huit.

Les quatre premières vertèbres du tronc sont remarquables par l'aplatissement considérable de leur arc neural et le peu de longueur de l'apophyse qui le surmonte; celles qui viennent ensuite ont la forme habituelle; la quatorzième porte deux petites apophyses hémales qui se rejoignent dans les vertèbres caudales pour former le canal hémal.

L'avant-dernière vertèbre est variable. Dans certains individus, je l'ai trouvée normale, c'est-à-dire munie d'une apophyse hémale et d'une neurale ; mais dans d'autres elle présentait avec la plus grande évidence deux apophyses neurales et deux hémales. Il semble bien évident que dans ce cas l'avant-dernière vertèbre résultait de la soudure de deux vertèbres par leurs corps. Ceci est d'autant plus vrai-

semblable que j'ai observé une forme de passage dans laquelle l'apophyse unique de la vertèbre pénultième était bifurquée aussi bien du côté neural que du côté hémal. L'individu qui présentait cette particularité n'avait d'ailleurs que trente-deux vertèbres.

La dernière vertèbre a son corps terminé en cône et recourbé vers le haut; elle s'élargit en une palette très large, triangulaire, divisée en deux moitiés égales par une échancrure médiane, horizontale. La seule asymétrie qu'on puisse constater provient de ce que le corps de cette vertèbre, *atténué en cône très court*, est recourbé vers le haut.

Entre l'apophyse hémale de l'avant-dernière vertèbre et la moitié supérieure du triangle qui termine la dernière, on observe un osselet ressemblant à un interépineux; un osselet semblable s'observe entre l'apophyse hémale et la moitié inférieure du triangle osseux de la dernière vertèbre.

Sur chaque moitié de la palette triangulaire de celle-ci, s'articulent six rayons de la caudale; six autres rayons sont en rapport avec la dernière apophyse neurale et l'onglet qui vient après elle; enfin, du côté ventral, cinq rayons s'articulent sur la dernière apophyse hémale et sur l'osselet qui la suit immédiatement en arrière. Cela porte le nombre des rayons de la caudale à vingt-trois.

Je n'ai pas étudié les os interépineux ni les rayons qu'ils portent.

Les *côtes* du Lepadogaster sont disposées de la façon suivante :

La première vertèbre ne porte jamais de côte. La seconde en a une très courte, mince et presque perpendiculaire à la colonne vertébrale. Les douze autres vertèbres dorsales portent chacune une côte plus volumineuse que la première, très arquée et oblique par rapport à la colonne.

A partir de la deuxième, toutes les côtes des vertèbres dorsales portent un appendice; la première n'en a jamais. Ces appendices, au lieu de s'articuler avec les côtes vers le milieu de leur longueur et d'avoir une direction très différente de celles-ci, sont fixés par leur extrémité antérieure à l'extrémité libre de la côte. Ils conti-

nuent pour ainsi dire les côtes elles-mêmes et se rejoignent presque sur la ligne médiane ; leurs pointes n'étant séparées que par l'intervalle qui existe entre les deux muscles grands latéraux du tronc sur la face ventrale de l'animal.

L'ensemble des vingt-six côtes et des vingt-quatre appendices qu'elles portent forment une cavité conique qui sert de charpente au grand latéral du tronc. Cette cavité est presque complète, car, comme je l'ai dit plus haut, les appendices se rejoignent presque sur la ligne médiane; elle est tronquée obliquement en avant à cause de la direction particulière des côtes. L'extrémité de l'appendice de la deuxième côte (premier appendice) arrive au niveau du bord postérieur du squelette de la ventouse postérieure (pl. XXV, fig. 15, *a*).

Les premières vertèbres caudales portent aussi des côtes qui n'ont aucun rapport avec la cavité générale ; leur nombre paraît variable. Généralement, les quatre premières vertèbres caudales en ont une qui est un simple stylet perdu dans le grand latéral du tronc, mais ce nombre n'est pas constant, et j'ai trouvé jusqu'à sept de ces os. Les dernières sont, du reste, très difficiles à découvrir, car leur diamètre est très faible et leur flexibilité très grande.

VIII. *Os des membres.* — A. *Nomenclatures.* — Pour la clarté de l'exposition, je continuerai à me servir, pour les os des membres, de la nomenclature de Cuvier; mais comme certaines de ses déterminations ont été abandonnées avec raison, je donne ci-dessous, d'après A. Günther[1], les nomenclatures d'Owen, de Stannius, de Parker, et d'après Moreau[2], celle de Geoffroy Saint-Hilaire.

	Cuvier.	Owen.	Stannius.	Huxley, Parker, etc.	Geoffroy Saint-Hilaire.
1	Surscapulaire.	Suprascapula.	Omolita.	Post temporal (Parker).	Omolite.
2	Scapulaire.	Scapula.	Scapula.	Supraclavicula (Parker).	Omoplate.

[1] *Loc. cit.*, p. 60.

[2] *Histoire naturelle des poissons de la France*, t. II, p. 16, 17.

	Cuvier.	Owen.	Stannius.	Huxley, Parker, etc.	Geoffroy Saint-Hilaire.
3	Huméral.	Coracoïd.	Clavicula.	Clavicula (Parker).	Clavicule.
4 5	Coracoïdien.	Epicoracoïd.		Post clavicula (Parker).	Coracoïde.
6	Cubital.	Radius.	Ossa carpi.	Coracoïd (Parker).	Humérus et cubitus.
7	Radial.	Ulna.		Scapula (Parker).	Radius.
8	Os du carpe.	Carpals.	Ossa metacarpi.	Basalia (Huxley). Brachials (Parker).	
11	Os innominé, cuisse, jambe et tarse.	Pubic.	Becken.		

B. *Description succincte du squelette des membres des Téléostéens.* — Pour faire bien comprendre ce qui va suivre sur le squelette des membres du Lepadogaster, je donnerai, d'après Cuvier, une très courte description du squelette des membres de la Perche. Il peut très bien être pris comme type.

Ce squelette, dont j'ai reproduit la figure (pl. XXIV, fig. 1, 2) d'après Cuvier, comprend la charpente de la pectorale et celle de la ventrale.

Pour faire mieux saisir ce qui a trait au Lepadogaster, je considérerai deux parties dans la charpente de la pectorale :

1° Le squelette de la pectorale proprement dite ;

2° Le coracoïdien.

Le premier os de la pectorale proprement dite est le *surscapulaire* (1, fig. 1) ; il s'articule avec l'occipital externe par sa pointe la plus élevée et avec le mastoïdien par sa pointe la plus basse.

L'os qui vient ensuite est le *scapulaire* (2) ; il est suivi immédiatement par la pièce à laquelle Cuvier a donné à tort le nom d'*huméral* (3). L'opinion de Goüan, qui la considérait comme une clavicule, est généralement adoptée aujourd'hui. Les *huméraux* s'articulent l'un avec l'autre par leurs extrémités inférieures ; ils portent deux os : le *radial* (7) et le *cubital* (6), sur lesquels viennent s'attacher les quatre *os carpiens* (8). Le radial seul porte directement le premier

rayon (10). Telle est la constitution de la pectorale proprement dite.

Le coracoïdien, qui vient compléter cette charpente, est « *un stylet composé de deux pièces* (4 *et* 5), *qui descend le long du côté du corps derrière la nageoire pectorale, et se prolonge plus ou moins avant dans les chairs* [1] ».

Enfin la ventrale n'a qu'un os (11) qui vient s'articuler avec la pointe inférieure de l'huméral correspondant.

C. *Description succincte du squelette des membres du Lepadogaster Gouanii.* — Le premier os de la ceinture scapulaire s'articule avec l'occipital externe, c'est le *surscapulaire* (1, pl. XXIV, fig. 3), le second est le *scapulaire* (2). La pièce qui vient ensuite s'articule avec sa correspondante dans la région cardiaque, c'est l'*huméral* (3); elle porte deux os plats dont l'un est percé d'un trou qui donne passage à des nerfs, c'est le *radial* (7, fig. 6, 10), le second est le *cubital* (6).

Dans le sinus en forme de trapèze qui existe entre le cubital et le radial viennent se loger les quatre os carpiens (8), sur lesquels les rayons sont à cheval. Le squelette de la pectorale proprement dite est donc au complet; il est *morphologiquement* le même que celui de la Perche.

En arrière de chacune des pectorales, on trouve une lamelle osseuse mince (4) qui est retenue au bord postérieur des os carpiens par du tissu ligamenteux, c'est la *petite pectorale.*

Entre les deux petites pectorales se trouvent deux os plats, épais, qui s'articulent en dehors avec elles et sur la ligne médiane l'un avec l'autre. Ils soutiennent la *ventouse postérieure* (5, fig. 3).

Enfin deux os volumineux (11), très complexes, accolés l'un à l'autre suivant le plan de symétrie de l'animal, sont articulés en avant avec l'humérus et en arrière avec les os de la ventouse postérieure. Ils forment la charpente de la *ventouse antérieure.*

D. *Opinions diverses émises sur les os des ventouses du Lepadogaster.* — Que représentent dans l'animal qui nous occupe les os des petites

[1] Cuvier, *loc. cit.*, t. I, p. 374.

pectorales et des deux ventouses? Nous avons vu que la pectorale *proprement dite* du Lepadogaster est absolument conformée comme celle de la Perche; les os, dont l'homologie n'est pas évidente, représentent donc le coracoïdien et l'os de la ventrale.

Mais lesquels de ces os sont ceux du coracoïdien? lesquels doivent être considérés comme représentant la charpente des ventrales?

Si, pour établir ces homologies, on se servait uniquement des rapports qu'ont les os entre eux, la loi des connexions donnerait rapidement la solution de la question. En effet si, dans les Téléostéens, les os des ventrales sont *souvent* articulés avec l'huméral, *souvent* aussi ils n'ont aucun rapport avec eux; au contraire, le coracoïdien est *toujours* articulé avec l'huméral, *jamais* il n'est reporté en arrière, *jamais* il n'abandonne cet os. Il est donc naturel de penser que les os de la ventouse postérieure sont ceux des ventrales soudées sur la ligne médiane, les os de la ventouse antérieure représentant les coracoïdiens rapprochés dans le plan de symétrie de l'animal; c'est l'opinion de la grande majorité des auteurs qui ont écrit sur les Lepadogasters.

D'autres ont pensé que la ventouse antérieure représente les ventrales soudées, tandis que la postérieure serait formée par les sixièmes rayons ptérygiens ou bien même serait une formation sans homologue dans les autres poissons. C'est l'avis de M. Niemiec[1].

Enfin, une autre opinion consiste à regarder l'ensemble du squelette de la petite pectorale et de la ventouse postérieure comme étant l'homologue du coracoïdien; la ventouse antérieure représentant les ventrales. C'est l'opinion qu'a émise Laurillard dans la deuxième édition des *Leçons d'anatomie comparée* de Cuvier (1er vol., p. 571, 572); la plupart des auteurs modernes l'ont adoptée et je me range entièrement à leur avis comme on le verra plus loin.

D'autres interprétations que celles que je viens de citer ont encore été proposées, mais je ne m'occuperai pas pour le moment de dis-

[1] NIEMIEC, *Recherches morphologiques sur les ventouses dans le règne animal*, in *Recueil zoologique suisse*, 1886, t. II, nº 1, p. 120-126.

cuter l'homologie des ventouses, me réservant d'aborder cette question à la fin de ce mémoire, quand j'aurai étudié en détail le squelette, le système musculaire, le système sanguin, l'innervation et le développement de ces appareils.

E. *Description du squelette des membres du Lepadogaster.* — J'étudierai successivement : 1° le *squelette de la pectorale proprement dite;* 2° le *squelette de la petite pectorale et de la ventouse postérieure;* 3° le *squelette de la ventouse antérieure.*

1° *Squelette de la pectorale proprement dite.* — Je n'ai trouvé qu'une seule description de la pectorale proprement dite du Lepadogaster, c'est celle qu'a donnée M. Niemiec dans son mémoire. Je cite cette description textuellement :

« La formation du disque a amené une déformation partielle du squelette des nageoires pectorales. L'os suprascapulaire se joint à l'omoplate. L'humérus forme une lame osseuse saillante sur laquelle s'insèrent de nombreux muscles. Le radius et le cubitus sont soudés en une palette osseuse dont le manche s'étend vers la ligne médiane pour se réunir à celui des radius et cubitus de l'autre nageoire pectorale. Les carpes sont composés d'osselets rangés les uns à côté des autres, et laissant entre eux des espaces libres pour le passage des muscles qui vont aux rayons ptérygiens. »

Cette description n'est pas exacte, comme on le verra dans un instant. L'os suprascapulaire (surscapulaire Cuv.) n'est pas soudé à l'omoplate (scapulaire Cuv.), ces deux os sont parfaitement distincts. Le radius et le cubitus (je pense que M. Niemiec entend par là le radial et le cubital *de Cuvier*) ne sont nullement soudés. « La palette osseuse » qui s'articule avec sa correspondante sur la ligne médiane n'est autre chose que ce que je désigne sous le nom d'*apophyse interne de l'huméral,* c'est l'extrémité inférieure de cet os qui, comme d'ordinaire, s'articule avec celle de l'os du côté opposé. Le radius et le cubitus, du reste, ne se trouvent pas dans cette région, mais sont reportés, l'un, vers la région moyenne, l'autre, vers la région externe de la pectorale. Ce que M. Niemiec désigne sous le nom d'humérus

appartient bien en réalité à cet os, mais ce n'est qu'une de ses parties, probablement ce que j'ai appelé *apophyse moyenne de l'huméral.* Enfin, les « espaces libres » entre les os carpiens ne laissent pas passer des muscles, mais seulement des nerfs et des vaisseaux; les muscles adducteurs et abducteurs des rayons ont leurs fibres sur la face interne ou sur la face externe de la surface osseuse percée de trous.

Je passe maintenant à la description de chacune des pièces du squelette de la pectorale proprement dite, elle comprend : le *surscapulaire*, le *scapulaire*, l'*huméral*, le *cubital*, le *radial*, les *os carpiens* et les *rayons*.

Le *surscapulaire* (pl. XXIV, 1, fig. 3 et fig. 4) est un petit os en forme de baguette quatre fois plus long que large, tordu sur lui-même. Son extrémité externe (fig. 4, *ea*) est aplatie et s'applique sous l'extrémité antérieure également aplatie du scapulaire. Son extrémité interne (fig. 4, *cd*), courbée et arrondie, s'articule dans une cavité creusée dans l'occipital externe. Le surscapulaire ne s'articule pas avec le mastoïdien, il est privé de canaux muqueux et porte vers le milieu de sa longueur un tubercule saillant (fig. 3, *h*) auquel se fixe un ligament résistant (pl. XXVIII, fig. 7, *lg*), qui limite ses mouvements en arrière et s'attache à l'occipital latéral.

Le *scapulaire* a aussi la forme d'une longue baguette osseuse, son diamètre est le même que celui du surscapulaire, mais il est deux fois aussi long que ce dernier. Il est légèrement courbe et sa concavité est inférieure; son extrémité antérieure s'applique sur l'extrémité externe du surscapulaire, la postérieure, dilatée et creusée en cupule s'articule avec le condyle arrondi de l'huméral (2, fig. 3, fig. 5, *b'*, *ea'*).

L'*huméral* est fort complexe, il entre dans la composition du squelette de la ventouse antérieure, et plusieurs muscles très importants se fixent sur lui; aussi en donnerai-je une description détaillée. Pour la facilité de la description, je considérerai cet os comme

formé de trois parties lamelleuses constituant chacune une apophyse saillante : une interne, une moyenne et une externe.

L'*apophyse interne* (fig. 3, 7, 8, 9, *i*) est aplatie, quadrangulaire, disposée verticalement, plus étroite en dehors qu'en dedans, et articulée avec l'apophyse interne correspondante sur la ligne médiane. Elle présente deux faces :

L'antérieure donne insertion au muscle du rayon osseux (fig. 6, 8, *r*), au sterno-hyoïdien (fig. 6, *l'*) et au muscle huméro-crânien (fig. 9, *o*) ; la postérieure porte un volumineux condyle triangulaire, saillant, à surface bombée et polie, qui s'articule très solidement avec l'os de la ventrale (fig. 7, 8, 9, *a*) ; elle donne insertion à deux muscles : le muscle en losange (fig. 7, *u*) et la portion principale du grand latéral du tronc (fig. 7, 9).

L'*apophyse moyenne* (fig. 3, 7, 8, 9, *m*) est presque horizontale, sa face supérieure convexe ne donne insertion à aucun muscle, tandis que l'inférieure, qui porte une large dépression, sert d'insertion à l'abducteur des rayons de la pectorale. Son bord porte une petite pointe (*ph.*, fig. 9 et 6) à laquelle s'insère le pharyngo-huméral. L'apophyse moyenne est insérée sur une surface osseuse verticale qui la déborde en haut et en bas, et qui forme comme le corps de l'os, cette surface sert d'insertion à la partie supérieure du sterno-hyoïdien (*l'*, fig. 6), son bord inférieur s'articule avec le cubital.

L'*apophyse externe* (fig. 3, 6, 7, 8, 9, *e*) est allongée, mince, creusée en cuiller sur sa face externe, qui donne insertion à trois muscles : le pharyngo-huméral profond (*p*), l'occipito-huméral (*n*), le scapulo-huméral (*d*) (fig. 9). Sa face concave est interne, elle donne insertion à l'adducteur des rayons de la pectorale et à une toute petite portion du grand latéral du tronc (fig. 7, *e*). Au sommet de l'angle que forment l'apophyse moyenne et l'apophyse externe de l'huméral se trouve un condyle sphérique, à surface très lisse, sur lequel vient s'articuler l'extrémité postérieure du scapulaire (fig. 8, 9, *b*).

Le *cubital* (6, fig. 6, 10,) est une lamelle très irrégulière présentant en avant deux pointes (*f'*, *g'*, fig. 10) qui se logent respectivement

dans deux cavités correspondantes creusées dans le corps de l'huméral (*f*, *g*, fig. 7).

Le bord supérieur du cubital s'articule avec le bord inférieur du *radial* (7, fig. 6, 10) qui, lui-même, s'articule avec l'apophyse externe de l'huméral par son bord supérieur. Ces deux os (cubital et radial) sont disposés de telle sorte qu'ils laissent entre eux un espace en forme de trapèze dans lequel viennent se ranger les quatre os carpiens (8, fig. 6, 10). Le *radial* est percé d'un trou (*t*, fig. 6, 10) qui donne passage aux rameaux nerveux allant à l'abducteur des rayons de la pectorale.

Les *os carpiens* (8), le *cubital* (6), le *radial* (7), et l'apophyse externe de l'huméral (*e*), forment dans leur ensemble une surface conique régulière, convexe en dehors, concave en dedans ; l'abducteur des rayons de la pectorale est appliqué sur la face convexe, l'adducteur sur la face concave. Cette surface est percée de quatre trous losangiques dont trois sont ménagés entre les carpiens et le quatrième entre le radial et le carpien supérieur.

Les *rayons* ne présentent rien de particulier.

2° *Squelette de la petite pectorale et de la ventouse postérieure.* — Le *coracoïdien*, qui constitue ce squelette, comprend deux os : celui de la petite pectorale ou *coracoïdien antérieur* et celui de la ventouse postérieure ou *coracoïdien postérieur*.

C'est Laurillard[1], qui, le premier, a indiqué en peu de mots les rapports qu'affectent ces deux os avec le reste du squelette des membres, dans le *Gobiesox testar*, et c'est lui aussi qui a eu le mérite de découvrir leur véritable nature, en les considérant comme les homologues des deux pièces du coracoïdien des autres Téléostéens.

En 1861, Günther[2] a donné des descriptions courtes, mais très

[1] *Leçons d'anatomie comparée de G. Cuvier*, recueillies et publiées par C. Duméril, 2e édit., t. I; revu par Cuvier, Paris, 1835, texte entre crochets, p. 571, 572.

[2] Albert Gunther, *Catalogue of the Fishes in the collection of the British Museum*, London, 1859-1870, t. III.

exactes, de ces os chez plusieurs Gobiésocidés (Chorisochismus, Syciases, Lepadogaster).

Enfin, M. Moreau[1], dans son beau livre sur les poissons de la France, a retracé en quelques lignes et d'une manière très exacte la disposition du coracoïdien des Lepadogasters.

M. Niemiec[2] a été moins heureux que ses prédécesseurs, car il s'exprime de la façon suivante :

« Celui-ci (le squelette de la ventouse postérieure) consiste en deux lames osseuses latérales sous lesquelles se place un os médian élargi en avant et s'effilant en pointe en arrière. Toutes ces parties sont liées par un tissu conjonctif puissant, qui permet pourtant aux muscles de se mouvoir. Les lames portent sur leurs côtés latéraux deux petites plaques qui forment avec elles un angle oblique et portent des prolongements tégumentaires en forme de nageoires secondaires ».

Tout ce que l'auteur dit des « deux lames osseuses latérales » et des « deux petites plaques » qu'elles portent sur leurs côtés latéraux est parfaitement exact, mais « l'os médian élargi en avant et s'effilant en pointe en arrière », qu'il a représenté dans sa figure 8 en *w*, n'existe pas. J'ai disséqué un nombre considérable de Lepadogasters, jamais je n'ai trouvé cet os médian, qu'aucun auteur n'indique, du reste.

Les figures que je donne des os coracoïdiens me dispenseront d'une longue description.

Le *coracoïdien antérieur* (4, fig. 3, fig. 11) est une très mince lamelle sous-cutanée, arrondie en avant et dissociée en filaments ténus sur tout son bord postérieur, de façon à figurer des sortes de rayons.

Cette lamelle se fixe par du tissu conjonctif résistant : en avant, au bord du squelette de la pectorale ; en arrière, à la face supérieure du

[1] Emile Moreau, *Histoire naturelle des poissons de la France*, Paris, 1881, t. III, p. 355.

[2] *Loc. cit.*, p. 123.

coracoïdien postérieur. Le muscle de la petite pectorale se fixe sur la presque totalité de sa face interne.

Le *coracoïdien postérieur* (5, fig. 3) est une plaque dont la forme se rapproche de celle d'un rectangle allongé transversalement. L'angle antéro-interne de ce rectangle est abattu et remplacé par un sinus, de sorte que, quand les deux os sont en place, il existe entre eux un espace vide dans lequel est logé le muscle de la ventouse postérieure (pl. XXIV, fig. 3; pl. XXVI, fig. 1, *y*).

A la face supérieure de l'os de la ventouse postérieure, tout près de son bord interne se trouve une crête osseuse qui, sur le frais, est recouverte par une masse fibro-cartilagineuse arrondie (pl. XXVI, 5, fig. 3) volumineuse. Comme les deux coracoïdiens postérieurs sont affrontés sur la ligne médiane, un sillon se trouve ménagé entre les deux masses fibro-cartilagineuses; d'autre part, les pointes de chacun des os de la ventouse antérieure portent en dessous une tubérosité (pl. XXIV, *z'*, fig. 3), qui est très solidement attachée à la gaine fibreuse résistante du muscle de la ventouse postérieure; enfin, entre les pointes se trouve un petit appendice fibro-cartilagineux qui s'applique dans le sillon ménagé entre les deux os de la ventouse postérieure.

C'est de cette façon que la ventouse postérieure est fixée à la ventouse antérieure; on voit qu'il n'y a pas, à proprement parler, articulation des os, celui de la ventouse antérieure est seulement fortement fixé à la gaine fibreuse du muscle de la postérieure, et les os des deux ventouses sont de cette façon mobiles l'un sur l'autre sans qu'il y ait aucune articulation entre eux.

A la face supérieure du coracoïdien postérieur s'insèrent : le grêle inférieur du tronc, le muscle qui relie la ventouse postérieure à la pectorale (pl. XXVI, fig. 1, *r*), celui qui la relie à la ventouse antérieure (fig. 2, *z*), et enfin quelques fibres du grand latéral du tronc (pl. XXV, fig. 15, *s*).

3° *Squelette de la ventouse antérieure.* — Les auteurs que j'ai cités plus haut à propos du coracoïdien font aussi mention du sque-

lette de la *ventouse antérieure;* mais seul, M. Niemiec, dit : « Le squelette des nageoires ventrales est soudé en une charpente unique qui, d'autre part, est intimement liée avec les os du squelette des nageoires pectorales. »

Les os de la ventouse antérieure ne sont aucunement « soudés en une charpente unique » ; on les sépare assez difficilement par la dissection, mais très facilement par la macération ou l'ébullition. Ces os sont d'une grande complexité et méritent d'être décrits en détail pour faire bien saisir la disposition des muscles qui s'insèrent sur eux.

Chacun d'eux peut être considéré, pour la facilité de la description, comme formé de deux pyramides triangulaires accolées par leurs bases; l'une est postérieure et terminée en pointe, l'autre antérieure et tronquée. Chacune d'elles est creuse et elles sont séparées l'une de l'autre par une cloison osseuse mince (pl. XXIV, fig. 14, *cl*) qui correspond à leur base commune.

La pyramide postérieure non seulement est creuse, mais encore chacune de ses faces est percée d'un large trou ; l'un est interne et situé dans le plan de symétrie de l'animal (fig. 14); le second est inférieur (t', fig. 14), et le troisième supérieur (t'', fig. 14). La cavité de la pyramide postérieure loge une grande partie des muscles abaisseurs des rayons qui s'insèrent à la face interne de ses arêtes et qui sortent de l'os par le trou de la face inférieure (t') pour venir se fixer à l'extrémité interne des rayons.

Les trois arêtes : *ai*, *ae*, *as*, de la pyramide postérieure, se réunissent pour former une pointe qui termine l'os en arrière.

Cette pointe porte en dessous un tubercule qui est fortement uni à la gaine du muscle de la ventouse postérieure par du tissu conjonctif résistant (z', fig. 3). Une partie de la face inférieure de cette tige osseuse donne insertion à la portion médiane du muscle de la peau interventousaire ; sa face supérieure donne insertion à trois muscles : le muscle de la peau interventousaire (w), celui qui se fixe à la gaine fibreuse du muscle de la ventouse postérieure (x), et

celui qui relie la ventouse antérieure à la postérieure (*z*). Le bord externe du trou supérieur (*v'*) donne insertion au releveur des deuxième et troisième rayons de la ventrale.

Passons maintenant à la pyramide tronquée antérieure; elle est creuse, comme je l'ai dit; sa grande base est formée par la cloison citée plus haut, sa petite base est largement ouverte (*t'''*). Quant à ses faces, deux sont largement percées : l'inférieure (*t*) et l'interne ; la supérieure est formée par une paroi osseuse mince. La cavité de cette pyramide tronquée loge les abaisseurs des rayons antérieurs, qui sortent par le trou de sa face inférieure; le bord de la tige (*to*) fournit une surface d'insertion au muscle qui se rend à l'apophyse interne de l'huméral (pl. XXV, fig. 15, *u*).

L'arête supérieure de la pyramide tronquée donne attache au releveur des quatrième et cinquième rayons, et cette insertion se poursuit sur l'arête correspondante de la pyramide postérieure (fig. 12, *v*).

L'arête externe, au contraire, est extrêmement épaissie, arrondie du côté externe (*b*, fig. 3, 12, 13), c'est sur elle que sont placés à cheval les quatre premiers rayons de la ventrale; le cinquième s'articule immédiatement en arrière de ce bord épaissi.

Enfin, en dedans et au-dessus du bord que je viens de décrire se trouve une cavité assez profonde (*ch*, fig. 12, 13), dans laquelle vient se loger le tubercule *a* (fig. 7, 8 et 9) de l'huméral.

La ventrale a cinq rayons, dont le premier ou plus antérieur est osseux.

Ce *rayon osseux* (pl. XXIV, fig. 15 et 16) consiste en une lame horizontale qui présente deux apophyses écartées l'une de l'autre et laissant entre elles un vide angulaire dans lequel entre le bord arrondi de l'os de la ventrale sur lequel le rayon est à cheval. L'apophyse supérieure donne insertion au releveur du rayon (*a*, fig. 15 et 16), et l'apophyse inférieure à son abaisseur (*r*, fig. 15 et 16). La lame horizontale reçoit le tendon du muscle qui rapproche les deux rayons osseux.

Les *rayons articulés* n'offrent rien de particulier à considérer; leur baguette inférieure est terminée par une palette osseuse qui est extrêmement large dans le troisième rayon articulé et nulle dans le quatrième.

F. *Changements de position subis par les pièces de la pectorale proprement dite.* — Dans les Lepadogasters, le *surscapulaire,* au lieu d'être, comme il l'est souvent, vertical et appliqué le long de la paroi du corps, est horizontal et presque perpendiculaire au plan de symétrie de l'animal.

Le *scapulaire,* qui d'ordinaire occupe la même position que le surscapulaire en le prolongeant par en bas, a ici une position absolument particulière : il est parallèle à la paroi du corps, mais il est presque horizontal au lieu d'être vertical, de telle sorte qu'il est perpendiculaire au surscapulaire.

L'*huméral* n'a pas échappé à ces changements considérables de position. Tout d'abord, au lieu de s'articuler avec le scapulaire par son extrémité supérieure, il s'articule avec cet os vers le milieu de sa longueur ; en outre, au lieu de former avec son symétrique un angle aigu sous la gorge, il en est séparé par un angle très obtus et la symphyse de ces deux os se trouve reportée beaucoup en arrière de la queue de l'hyoïde par la longueur excessive du scapulaire ; enfin, tandis que l'huméral forme en général une barrière osseuse en arrière de l'ouverture operculaire, ici l'apophyse moyenne de cet os est seule visible derrière la région operculaire, et encore faut-il bien savoir où elle se trouve pour la voir.

G. *Mobilité de la ceinture scapulaire.* — On a vu, par les descriptions qui précèdent, que la charpente des ventrales est invariablement liée aux huméraux. De plus, la petite pectorale est solidement attachée aux os carpiens et à la ventouse antérieure, enfin cette dernière est fortement liée au squelette des ventrales ; il en résulte que a *pectorale proprement dite entraîne dans ses mouvements l'appareil adhésif tout entier.* Or, les mouvements de la pectorale sont extrêmement nombreux et variés. Ils sont tels que l'animal peut mouvoir

l'ensemble de ses ventouses comme un pied, en avant, en arrière, à droite et à gauche, en un mot, dans tous les sens. A propos du système musculaire, nous examinerons avec soin ces mouvements, leur existence seule nous importe actuellement, car il est à peine besoin de dire qu'ils ont amené des modifications dans le mode d'articulation des os.

En effet, ordinairement, les os de la ceinture scapulaire sont presque immobiles et servent de point d'insertion fixe aux muscles du tronc ; au contraire, dans le Lepadogaster, le *surscapulaire*, au lieu d'être attaché au crâne par deux pointes, n'a qu'une extrémité, et cette extrémité, arrondie en condyle, est extrêmement mobile dans la cavité de l'occipital externe. En second lieu, l'articulation du surscapulaire avec le scapulaire se fait par simple application de leurs extrémités aplaties et les deux os peuvent prendre une foule de positions différentes l'un par rapport à l'autre. Enfin l'articulation du scapulaire avec l'huméral se fait par un véritable condyle que porte celui-ci et qui se loge dans une cavité glénoïde creusée à l'extrémité du scapulaire, de telle sorte que cette articulation, en ce qui concerne les surfaces osseuses, est comparable à celle du radius et de l'humérus des mammifères; le scapulaire jouant le rôle de radius.

IV

SYSTÈME MUSCULAIRE.

Comme je l'ai fait pour le squelette, je m'étendrai surtout sur la partie du système musculaire qui est en rapport avec l'appareil adhésif et je passerai rapidement sur les autres muscles de l'économie, qui n'offrent que très peu d'intérêt.

L'appareil musculaire, qui met en mouvement la totalité de la charpente des membres ou qui fait mouvoir les pièces de cette charpente les unes sur les autres, est d'une extrême complexité, car il y a plus de quarante muscles ou faisceaux musculaires dis-

tincts insérés sur les différents os qui composent le squelette des membres.

Pour décrire un ensemble aussi compliqué, il est indispensable de procéder avec méthode.

En terminant la description du squelette des membres, j'ai insisté sur la solidarité qui existe entre la pectorale proprement dite d'une part et les os des ventouses d'autre part, solidarité qui fait que cette pectorale entraîne dans ses mouvements tout l'appareil adhésif.

Cette circonstance particulière va nous permettre de faire deux coupes dans la totalité des muscles des membres.

La première partie comprendra ce que j'appellerai les *muscles extrinsèques des membres*, qui n'ont qu'une insertion sur la charpente des membres et qui ne peuvent qu'imprimer des mouvements d'ensemble à l'appareil adhésif.

La seconde partie comprendra les *muscles intrinsèques des membres*, qui ont leurs deux points d'insertion sur la charpente osseuse de ces organes et qui ne peuvent donner le mouvement qu'à certaines portions du squelette par rapport aux autres.

I. *Muscles extrinsèques des membres.* — Ces muscles s'insèrent :

1° Sur la colonne vertébrale et ses dépendances : *grand latéral du tronc, grêle inférieur du tronc;*

2° Sur l'os hyoïde : *sterno-hyoïdien;*

3° Sur l'appareil branchial : *huméro-pharyngien superficiel, huméro-pharyngien profond;*

4° Sur le crâne : *scapulo-frontal, huméro-mastoïdien, huméro-occipital.*

1° Le *grand latéral du tronc* est de beaucoup le muscle le plus considérable de tous ceux que possèdent les poissons. Son volume et sa puissance sont relativement énormes; il joue un rôle considérable dans la locomotion et contribue pour une très large part à donner le galbe à la partie médiane et postérieure du corps de ces animaux.

Ce muscle s'insère postérieurement sur les vertèbres et sur les

côtes; antérieurement il se fixe au crâne et au squelette de la pectorale. Dans le Lepadogaster, ses surfaces d'insertion antérieures sont très complexes, et, sauf celle du crâne, toutes sont mobiles; aussi est-il important de les étudier avec soin pour se rendre un compte exact des mouvements d'ensemble de l'appareil adhésif. Ces insertions, au nombre de six, se font : A, sur le crâne ; B, sur le surscapulaire; C, sur l'apophyse externe de l'huméral; D, sur l'apophyse interne de l'huméral; E, sur le cubital; F, sur l'os de la ventouse postérieure.

A. *Faisceau s'insérant sur le crâne.* — Il occupe la région dorsale de l'animal (pl. XXIX, fig. 1, *gl*) et est situé en dehors de la ligne formée par les apophyses épineuses des vertèbres, de sorte que les deux faisceaux droit et gauche sont accolés suivant le plan de symétrie du corps. Ce faisceau se fixe à l'interpariétal, au pariétal et à l'occipital externe. En se contractant d'un seul côté, il détermine une flexion latérale du corps; si les deux côtés se contractent en même temps, le corps se courbe de façon à être concave vers le haut. Ce mouvement est très fréquent; on voit souvent les Lepadogasters fixés au fond d'un vase, avoir la partie médiane et postérieure du tronc horizontale et relever la tête très fortement, grâce à la contraction de la portion du grand latéral qui se fixe sur le crâne.

B. *Faisceau s'insérant sur le surscapulaire* (pl. XXIX, fig. 1, *gl'*). — Il est disposé en dehors du faisceau qui se fixe au crâne et lui est parallèle. Il est un peu moins volumineux que ce dernier et s'insère au bord postérieur du surscapulaire. En arrière, ses fibres se continuent tout le long du dos; en dehors, un plan celluleux le sépare du scapulo-huméral (fig. 1, *d*), et en dessous il recouvre le faisceau D du grand latéral, l'huméro-mastoïdien et l'huméro-occipital.

Ce faisceau musculaire est antagoniste du muscle du surscapulaire, il tire cet os en arrière et ce mouvement est intégralement transmis à l'huméral correspondant par l'intermédiaire du scapulaire.

C. *Faisceau s'insérant sur l'apophyse externe de l'huméral* (fig. 1, *gl''*). — Celui-ci est très peu important, ses fibres sont parallèles à celles des deux faisceaux A et B et s'insèrent sur l'apophyse externe de l'huméral (pl. XXIV, fig. 7, *e*). Il tire faiblement l'extrémité externe de l'huméral en arrière et est antagoniste du scapulo-huméral.

D. *Faisceau s'insérant sur l'apophyse interne de l'huméral* (pl. XXV, *ss's''*; XXVI et XXVII, *q*). — Ce faisceau est extrêmement volumineux et très important par le rôle qu'il joue dans le fonctionnement de la ventouse antérieure. Ses fibres sont disposées en éventail, ce qui complique beaucoup ses rapports et rend sa description difficile à bien comprendre. Quand on ouvre un animal sur la ligne médiane ventrale, on aperçoit de chaque côté, au niveau des premières vertèbres et au-dessus de chacune des moitiés de la ventouse antérieure, deux grosses masses musculaires, dont le bord antérieur est libre et dont les fibres sont presque verticales (pl. XXVII, fig. 3, 5, *q*) ; ce sont les faisceaux qui nous occupent ou mieux les parties internes de ces faisceaux.

Chacun d'eux s'insère à la face postérieure de l'apophyse interne de l'huméral sur une bande très étroite (pl. XXIV, fig. 7, *q*) située au-dessus du condyle de l'os de la ventrale et dirigée de bas en haut et de dehors en dedans. Cette insertion a une surface très faible, car elle est presque linéaire; il en résulte que le muscle est extrêmement comprimé antérieurement.

Les fibres musculaires en partant de la surface d'insertion suivent différentes directions ; celles qui sont les plus internes montent presque verticalement en se dirigeant légèrement de dedans en dehors et de bas en haut, elles atteignent ainsi le plafond de la cavité générale et à partir de là elles changent de direction pour devenir parallèles aux fibres dorsales des faisceaux que nous avons déjà étudiés. Ce sont elles qui forment les grosses masses qu'on aperçoit en ouvrant un animal par la face ventrale (pl. XXVII, fig. 3, 5, *q*, côté gauche de la figure) et qui vont s'insérer sur la deuxième côte et sur son appendice.

En arrière et en dehors de cette masse verticale les fibres sont horizontales (fig. 3, *q*, à droite de la figure); à la face inférieure de l'animal le faisceau qui nous occupe a également ses fibres horizontales (pl. XXV, fig. 15, *m*, *s*, *s'*, *s''*), de sorte que, *dans sa partie antérieure*, il n'a qu'une faible portion de ses fibres verticales; mais presque toutes ses fibres horizontales (les plus inférieures exceptées) deviennent obliques postérieurement, ce qui fait que quand on enlève le plafond de la cavité générale par une section horizontale, comme on l'a fait dans la préparation qui a servi à dessiner la figure 2, pl. XXVI, on coupe la partie interne de ce faisceau transversalement, la partie moyenne longitudinalement et la partie externe obliquement.

L'ensemble du faisceau est concave en dedans et convexe en dehors (pl. XXVI, fig. 2); ses rapports sont complexes, je vais les indiquer succinctement.

En avant et en dehors il est en rapport avec l'huméro-occipital, l'huméro-mastoïdien et l'huméro-pharyngien profond. Latéralement sa face externe est appliquée contre la face interne de la pectorale. Le plexus nerveux de cette nageoire se trouve sur sa face externe et les nerfs de la ventouse antérieure à sa face interne.

Les fibres du faisceau D, qui sont horizontales et qu'on aperçoit à la face inférieure de l'animal quand on a enlevé la peau de cette région, contractent avec le fibro-cartilage interventousaire[1] une adhérence curieuse. A sa face supérieure celui-ci émet perpendiculairement à sa direction une lame fibreuse très résistante qui traverse le faisceau musculaire et donne insertion sur ses deux faces aux fibres qu'elle coupe normalement. Les fibres situées en avant de la lame fibreuse (pl. XXV, fig. 15, *s''*) peuvent tirer le cartilage en avant, celles situées en arrière (*s'*) peuvent le tirer en arrière.

Le rôle du faisceau que je viens de décrire est très important pour le fonctionnement des ventouses : ses fibres verticales tirent très énergiquement sur l'huméral en tendant à lui imprimer un mouve-

[1] Voir le paragraphe suivant : *Structure et physiologie des ventouses.*

ment de bas en haut. Comme la ventouse antérieure suit cet os dans tous ses mouvements, il en résulte que la masse des fibres verticales du faisceau D opère une forte traction verticale de bas en haut sur la ventouse antérieure.

Ses fibres obliques et horizontales impriment à l'appareil adhésif tout entier un mouvement d'avant en arrière et sont par conséquent antagonistes du sterno-hyoïdien.

E. *Faisceau s'insérant sur l'os cubital* (fig. 15, *s'''*). — Ce faisceau, qui s'insère en arrière sur l'appendice de la deuxième côte et en avant sur l'angle libre du cubital, fait en réalité partie du précédent qui l'entoure en dedans, en dehors et en haut, cependant il en est séparé assez nettement surtout du côté interne.

F. *Faisceau s'insérant sur l'os de la ventouse postérieure* (pl. XXV, fig. 15, *s*, partie, et pl. XXVI, 3, *q'*). — Il se fixe en arrière sur les appendices des troisième et quatrième côtes, se dirige en avant, passe au-dessus de la ventouse postérieure et vient s'insérer à la face supérieure de l'os qui la soutient, un peu en dedans du muscle qui joint la ventouse postérieure à la pectorale. Ce faisceau fait réellement partie du faisceau D; il agit comme lui en portant l'ensemble du disque adhésif en arrière. Sur son côté externe se trouve la petite pectorale et au-dessus de lui passe le grêle inférieur du tronc.

Le *grêle inférieur du tronc* (pl. XXV, fig. 15; pl. XXVI, fig. 1, 2, 3, *t*, *t'*) est impair et médian et résulte du rapprochement sur la ligne médiane de deux muscles symétriques.

Quand on enlève la peau de la paroi ventrale on aperçoit ce muscle entre les deux grands latéraux, mais on ne peut en voir ainsi qu'une faible partie; pour l'apercevoir dans son ensemble il faut enlever le plafond de la cavité générale, on voit alors qu'il est aplati, triangulaire et qu'il forme le plancher d'une bonne partie de la cavité abdominale. Sa face inférieure est convexe et la supérieure concave, en arrière et sur les côtés il est très mince et s'insère sur la paroi latérale de la cavité générale, en avant il devient plus épais et chacune de ses moitiés se bifurque; la partie externe passe en dehors

du muscle qui joint la ventouse postérieure à l'antérieure (pl. XXVI, fig. 2, *z*) et s'insère sur l'os de la ventouse postérieure (fig. 2 et 3, *t'*); la partie interne passe en dedans du même muscle et s'insère également sur le coracoïdien postérieur. Un ligament résistant (fig. 2, 3, *lg*) occupe l'axe de symétrie du muscle grêle en avant; il s'insère sur les deux tubercules des os de la ventouse postérieure.

Le rôle du grêle inférieur du tronc est très facile à concevoir. En se contractant il opère une traction sur les os de la ventouse postérieure et tout l'appareil adhésif est par suite entraîné en arrière; ceci montre qu'il joue un grand rôle dans le mode de locomotion particulier aux Lepadogasters que nous étudierons dans le chapitre suivant[1].

Ordinairement le grêle inférieur du tronc s'insère en avant sur le squelette de la ventrale, mais dans les animaux qui nous occupent ce rapport n'existe plus parce que le coracoïdien postérieur est venu se placer derrière les ventrales.

Dans son travail M. Niemiec[2] a figuré derrière la ventouse postérieure trois faisceaux musculaires grêles (*f*, *g*, *l*); je ne sais si ces muscles correspondent aux grêles inférieurs ou bien à la portion F du grand latéral qui se fixe au squelette de la ventouse postérieure. Les figures sont trop schématiques pour qu'on puisse se rendre facilement compte des dispositions qu'elles représentent.

2° Le *sterno-hyoïdien* (pl. XXV, fig. 15, *l*) est un gros muscle médian qui occupe l'espace compris entre le plancher de l'appareil branchial et la peau. Ses deux moitiés, accolées sur la ligne médiane, sont toujours séparées en arrière et en les écartant on aperçoit le cœur qui est situé à ce niveau.

Dans son ensemble le sterno-hyoïdien affecte la forme d'une pyramide à sommet antérieur; chacune de ses moitiés s'insère en avant sur la face latérale correspondante de la queue de l'hyoïde et

[1] L'angle que les fibres de ce muscle font avec son axe de symétrie est beaucoup plus aigu que le graveur ne l'a indiqué.

[2] *Loc. cit.*

postérieurement s'attache par une surface considérable au squelette de la pectorale en se divisant en deux faisceaux, un inférieur et un supérieur.

Le faisceau inférieur s'insère sur l'apophyse interne et sur l'apophyse moyenne de l'huméral par ses fibres internes, tandis que les externes se prolongent en arrière, en dehors de l'os de la ventrale et vont se fixer à la face inférieure du cubital (pl. XXIV, fig. 6, *l'*).

Le faisceau supérieur est moins considérable que l'inférieur, il s'insère sur le corps de l'huméral, entre les deux condyles de cet os, au-dessus de son apophyse moyenne (fig. 9, *l*).

Chacune des moitiés du sterno-hyoïdien a ses deux faisceaux séparés par l'apophyse moyenne de l'huméral.

Souvent ce muscle n'est qu'une dépendance du grand latéral du tronc ; chez le Lepadogaster il en est tout à fait indépendant, car aucune de ses fibres n'est en continuité de substance avec celles de ce muscle.

Comme le dit Cuvier, le sterno-hyoïdien concourt avec le génio-hyoïdien à abaisser la mâchoire inférieure, mais, dans l'animal qui nous occupe, il a, en outre, un rôle très important. Quand la mâchoire inférieure est fermée par la contraction des masséters et que l'hyoïde est rendu immobile par la contraction du génio-hyoïdien, le sterno-hyoïdien en se raccourcissant entraîne en avant l'ensemble de l'appareil adhésif et joue ainsi un grand rôle dans la locomotion par glissement dont j'ai déjà parlé à plusieurs reprises. Il est antagoniste du grêle inférieur et de tous les faisceaux du grand latéral qui portent les ventouses en arrière.

3° L'*huméro-pharyngien superficiel* [1] est un tout petit muscle parallèle au sterno-hyoïdien qui s'insère en avant sur l'extrémité antérieure du pharyngien inférieur, se place entre les deux faisceaux du ster-

[1] Pour la clarté de l'exposition, j'ai désigné plusieurs muscles par des noms qui rappellent leurs deux insertions. En procédant ainsi, j'ai évité la répétition fréquente des mêmes périphrases sans avoir en aucune façon la prétention de créer une nomenclature.

no-hyoïdien et s'attache en arrière à une pointe de l'apophyse moyenne de l'huméral (fig. 6, 9, *ph*).

L'*huméro-pharyngien profond* (pl. XXVI, fig. 2, *p*) est un muscle cylindrique postérieurement et atténué en cône aigu antérieurement. La pointe du cône est formée par un tendon très mince qui se fixe à la queue du pharyngien inférieur (pl. XXVII, fig. 5, *p*). Ce muscle se dirige d'avant en arrière, de dedans en dehors et un peu de haut en bas, il s'insinue entre l'huméro-mastoïdien et le scapulo-huméral d'une part et la portion D du grand latéral d'autre part, pour aller se fixer, par son extrémité postérieure, sur l'apophyse externe de l'huméral (pl. XXIV, fig. 9, *p*).

L'huméro-pharyngien superficiel est le muscle n° 37 de Cuvier, et l'huméro-pharyngien profond son muscle n° 36. Tous deux tendent à porter l'huméral en avant, mais leur action qui est très faible, se traduit surtout sur l'appareil branchial.

4° Le *scapulo-frontal* (pl. XXIV, fig. 1, *a*) n'est qu'une portion du grand latéral qui a acquis une complète autonomie comme le sterno-hyoïdien. Il est aplati, quadrangulaire et s'insère sur les os du crâne suivant une ligne courbe constituée par le pariétal, le frontal principal, le frontal postérieur et le mastoïdien.

Son insertion mobile se fait sur le bord antérieur du surscapulaire. En se contractant, le scapulo-huméral tire le surscapulaire en avant en le faisant pivoter autour de son point d'insertion sur l'occipital externe ; ce mouvement se transmet au scapulaire, et par l'intermédiaire de cet os à l'huméral.

L'*huméro-mastoïdien* (pl. XXVI, fig. 2, *o*) a la forme d'un ruban environ trois fois plus long que large, tordu sur lui-même. Il part du crâne où il s'insère sur une crête osseuse formée par le mastoïdien et l'occipital externe, située entre l'insertion du surscapulaire et l'apophyse *op* (pl. XXVI, fig. 1). Il se dirige d'avant en arrière, de dehors en dedans et de haut en bas, en faisant un angle d'environ 45 degrés avec le plan de symétrie du corps pour aller se fixer en arrière sur un espace presque linéaire appartenant à l'apophyse interne

de l'huméral et situé très près de son bord supérieur (pl. XXIV, fig. 9, *o*). Cet espace se trouve compris entre le condyle du scapulaire et l'extrémité interne de l'os.

Les rapports de l'huméro-mastoïdien sont complexes : il est situé au-dessus de l'appareil branchial et du sterno-hyoïdien, au-dessous du faisceau B du grand latéral, en dehors de son faisceau D et de l'huméro-pharyngien profond, en dedans du scapulo-huméral.

Quand l'un des huméro-mastoïdiens se contracte seul, il tire tout l'appareil adhésif en avant, en dehors et en haut ; si les deux fonctionnent à la fois, c'est en avant et en haut qu'est porté cet appareil.

L'*huméro-occipital* (pl. XXVI, fig. 2; pl. XXVIII, fig. 7, *n*) est cylindrique, trois fois plus long que large, sensiblement horizontal, dirigé d'avant en arrière et de dedans en dehors. En avant, il s'insère sur l'occipital latéral, en arrière, sur la face convexe de l'apophyse externe de l'huméral, entre le condyle du scapulaire et l'insertion du pharyngo-huméral profond (pl. XXIV, fig. 9, *n*).

Ce muscle est situé au-dessous du scapulo-huméral et du faisceau B du grand latéral; au-dessus du pharyngo-huméral profond et de l'huméro-mastoïdien ; il croise ce dernier muscle, de sorte qu'en se contractant d'un seul côté, au lieu de tirer l'appareil adhésif en avant et en dehors, il le tire en avant et en dedans ; mais, lorsque les deux fonctionnent à la fois, ils n'impriment aucun déplacement latéral aux ventouses qui sont seulement portées en avant.

II. *Muscles intrinsèques des membres.* — Ils constituent six groupes :

Le premier appartient à la pectorale proprement dite : *scapulo-huméral, adducteur et abducteur de la pectorale.*

Le deuxième à la ventouse antérieure : *abaisseurs et releveurs des rayons de la ventrale, adducteur des deux rayons osseux, muscle reliant la pectorale à l'os de la ventrale*

Le troisième à la ventouse postérieure : *adducteur des coracoïdiens postérieurs.*

Le quatrième groupe comprend deux muscles *reliant la ventouse antérieure à la postérieure.*

Le cinquième un muscle *reliant la ventouse antérieure à la peau de l'espace interventousaire.*

Enfin, le sixième groupe est constitué par deux muscles *reliant la ventouse postérieure à la pectorale.*

Premier groupe. — Le *scapulo-huméral* affecte la forme d'un fuseau tronqué à sa partie postérieure et se trouve situé sur le côté du corps, entre le surscapulaire et la pectorale (pl. XXV, fig. 15; pl. XXVI, fig. 1, 2, *d*).

Il est dirigé d'arrière en avant dans le plan horizontal et s'étend au-dessus du scapulaire auquel il est tangent et sur lequel il prend son insertion fixe. Son insertion mobile se fait sur la face convexe de l'apophyse externe de l'huméral (pl. XXIV, fig. 9, *d*).

En dedans, le scapulo-huméral longe le faisceau B du grand latéral (pl. XXIV, fig. 1, *d*); il repose sur l'huméro-occipital (*n*), le pharyngo-huméral profond (*p*) et l'huméro-mastoïdien (*o*). Quand il se contracte d'un seul côté, il fait pivoter l'huméral correspondant autour de l'extrémité du scapulaire, de telle sorte que l'apophyse externe de cet os est portée en avant. Au contraire, quand les deux fonctionnent ensemble, la ceinture scapulaire tout entière tourne autour d'un axe qui passe par les deux condyles des os scapulaires; il en résulte que toutes les parties de l'appareil adhésif situées en avant de cette ligne s'abaissent, tandis que celles situées en arrière se relèvent.

L'*adducteur de la pectorale* est logé dans la cavité que porte à sa face interne la lame osseuse constituée par l'huméral, le cubital, le radial et les os carpiens. Il est composé de deux feuillets : le premier, superficiel, a ses fibres presque perpendiculaires au bord de l'apophyse externe de l'huméral auquel elles s'insèrent; l'autre, profond, les a presque perpendiculaires à celles du feuillet superficiel et s'insère sur l'huméral en arrière de la lame osseuse qui donne attache au faisceau supérieur du sterno-hyoïdien (pl. XXVIII, fig. 7).

L'*abducteur de la pectorale* se trouve appliqué à la face externe de la surface osseuse conique qui a l'adducteur sur sa face interne; il

n'est composé que d'*une seule* couche très épaisse et s'insère à la face postérieure de l'apophyse moyenne de l'huméral.

Chaque rayon de la pectorale a un petit muscle situé à sa base sur son bord supérieur ; il soulève le rayon de son côté dans le plan de la pectorale.

Deuxième groupe. — L'*abaisseur des rayons de la ventrale* (pl. XXVI, fig. 1, 4, 5, *ab*) est un muscle complexe et puissant, logé en majeure partie dans la cavité de l'os de la ventrale sur lequel il s'insère : ses fibres les plus inférieures s'attachent au bord antérieur de la face inférieure (pl. XXIV, fig. 3, *to*) de cet os, à son bord interne et au bord inférieur du plancher osseux *cl* (fig. 14); les autres plongent dans ses cavités en passant par les trous de sa face inférieure (*t* et *t'*), et vont s'attacher à son plafond et à la partie supérieure de l'arête qui limite le trou *t'* du côté interne.

Ses insertions mobiles sont aussi très complexes, mais cependant très faciles à saisir ; elles se font à la face inférieure et supérieure de la palette osseuse qui se trouve à la base de la moitié inférieure de chaque rayon. Ces palettes se recouvrent comme les tuiles d'un toit, la première (qui appartient au rayon osseux non séparable en deux moitiés) recouvre la seconde, et ainsi de suite. Le cinquième rayon n'a pas sa moitié inférieure aplatie en palette, il n'est pas à cheval sur le bord *b* (fig. 3) de l'os de la ventrale et l'abaisseur ne s'insère pas sur lui.

Les fibres les plus postérieures sont courbes; elle font saillie en dehors de la cavité de l'os et s'insèrent sur le *bord postérieur* de la palette osseuse du quatrième rayon qui est très élargie ; ces fibres ont évidemment pour fonction de *tirer en arrière le quatrième rayon.* M. Niemiec [1] a décrit et figuré peu exactement l'abaisseur des rayons de la ventrale.

L'*adducteur du premier rayon ou rayon osseux* se compose de deux portions, une paire et une impaire. La portion paire a chacune de

[1] *Loc. cit.*, fig. 7, *c*, *d*, *o*.

ses moitiés destinée à l'un des rayons osseux ; les fibres qui la constituent s'insèrent à la face antérieure de l'apophyse interne de l'huméral (fig. 8, *r*), se dirigent en dehors et en avant et se fixent au rayon osseux (pl. XXVI, fig. 1, *ad'*).

La portion impaire ou médiane (fig. 1, *ad*) n'a pas de surface d'insertion fixe, elle s'attache de chaque côté au rayon osseux, et ses deux moitiés ont une ligne médiane tendineuse commune. Ce muscle a été figuré imparfaitement par M. Niemiec [1].

Les *releveurs des rayons* de la ventrale sont au nombre de deux, l'un est superficiel et composé de trois faisceaux bien distincts, l'autre est profond et constitué par un faisceau unique ; tous deux, contrairement à ce qui a lieu pour l'abaisseur, sont situés à la face supérieure de la ventrale et complètement en dehors de la cavité de son os.

Le releveur profond (pl. XXVI, fig. 4 et 5, rl_1) s'étend comme une écharpe au-dessus de l'os de la ventrale, il est conique et prend son insertion fixe sur l'arête interne et supérieure de cet os (pl. XXIV, fig. 12, *v*) ; de là, ses fibres se dirigent de dedans en dehors et de haut en bas, pour aller s'insérer à la moitié supérieure du quatrième et du cinquième rayon.

L'action de ce faisceau est facile à comprendre : il relève les deux rayons auxquels il se fixe.

Le releveur superficiel est, comme je l'ai dit, formé de trois faisceaux très distincts, situés au-dessus du releveur profond ; ils sont rapprochés en arrière et se dirigent en avant et en dehors en s'écartant comme les lames d'un éventail.

Le premier faisceau (pl. XXVI, fig. 4, 5, rl_1), le plus volumineux de tous, s'insère sur le côté de la petite tige osseuse (pl. XXIV, fig. 12, *as*) qui limite en dedans le trou (*t''*) de la face supérieure de l'os de la ventrale et va se fixer à la face supérieure du rayon osseux (1). En se contractant, il tire ce dernier vers le haut, et par suite tend à décoller le bord antérieur de la ventouse.

[1] *Loc. cit.*, fig. 7, *h*.

Le second faisceau (pl. XXVI, fig. 4, 5, rl_2), moins volumineux que le premier, s'insère sur le bord externe du trou *t''* (pl. XXIV, fig. 12, *v'*) et va s'attacher au premier rayon articulé (2); le troisième (pl. XXVI, fig. 4, 5, rl_3) situé plus en arrière vient se fixer au deuxième rayon articulé (3). Ces deux derniers faisceaux s'insèrent très loin du point où les deux premiers rayons articulés se mettent en rapport avec l'os de la ventrale ; il en résulte qu'ils agissent avec une très grande puissance pour tirer en haut et en arrière ces deux rayons.

Le *muscle qui relie la pectorale à l'os de la ventrale* (pl. XXVI, fig. 15, *u*) est de peu d'importance, il est situé dans l'intervalle médian qui existe entre les deux huméraux et les os des ventrales. Il se fixe à la face postérieure de l'apophyse interne de l'huméral (pl. XXIV, fig. 7, *u*) et au bord antérieur de la petite tige osseuse (fig. 3, *to*) qui termine en avant l'os de la ventrale. On se demande quelle peut être l'action de ce petit muscle, puisque les quatre os auxquels il s'insère n'ont aucune mobilité les uns par rapport aux autres. M. Niemiec [1] dit qu'ils amènent un mouvement de bascule du squelette des nageoires pectorales, mais on peut se rendre compte facilement que ce mouvement est impossible, car les os des ventrales sont liés d'une façon invariable aux huméraux.

Troisième groupe. — L'*adducteur des coracoïdiens postérieurs* (pl. XXVI, fig. 1, 2, 3, *y*) est le seul muscle qui appartienne en propre à la ventouse postérieure; il est impair et médian et comble l'intervalle qui existe entre les deux coracoïdiens postérieurs (pl. XXIV, fig. 3).

Il s'insère sur ces deux os en se fixant de chaque côté au bord interne libre de chacun d'eux.

Son épaisseur est assez considérable en arrière, mais s'amincit beaucoup en avant; une gaine fibreuse très résistante l'entoure; elle se continue en avant avec le bord de la ventouse postérieure et sur les côtés avec la peau.

[1] *Loc. cit.*

Le rôle de ce muscle est le suivant : en se contractant, il rapproche les deux coracoïdiens postérieurs, aussi bien dans le sens transversal que dans le sens vertical ; ce rapprochement est peu considérable, mais il suffit pour que le bord antérieur du disque se fronce et cesse d'être appliqué sur la surface de fixation. Il en résulte que l'eau entre dans la cavité et que la ventouse se décolle ; le muscle adducteur des coracoïdiens postérieurs sert donc à effectuer le décollement de la ventouse postérieure, qui, on le sait, fonctionne indépendamment de l'antérieure.

M. Niemiec [1] a figuré ce muscle (fig. 7 et 8, *e*) et l'a décrit sous le nom de muscle marginal de la ventouse postérieure, il a aussi décrit et figuré un muscle marginal postérieur dans la même ventouse (fig. 7 et 8, *q*), mais ce muscle n'existe pas.

Déjà, par les dissections fines, on peut se rendre compte que le bord postérieur de la ventouse postérieure n'est constitué que par du fibro-cartilage et ne renferme aucune fibre musculaire ; mais les coupes viennent confirmer ce résultat d'une manière certaine, et montrer qu'on ne peut conserver aucun doute à cet égard.

Quatrième groupe. — Il comprend deux muscles qui s'insèrent sur le squelette de la ventouse postérieure d'une part, et sur celui de l'antérieure de l'autre.

Le plus postérieur de ces deux muscles (pl. XXVI, fig. 2, 3, *z*) ne peut être bien vu qu'en enlevant le plafond de la cavité générale et les viscères. Cette dissection faite et le péritoine pariétal enlevé, on le distingue aisément, comme on peut s'en rendre compte sur la figure 3, pl. XXVI.

Ce muscle est pair, fusiforme, deux fois plus long que large, dirigé d'avant en arrière et de dedans en dehors. En avant, il s'insère sur la face externe de la tige osseuse qui termine l'os de la ventrale (pl. XXIV, fig. 1, 2, *z*), de telle sorte qu'en ce point les deux muscles sont tangents. Postérieurement, chacun d'eux se fixe à la face supé-

[1] *Loc. cit.*

rieure du coracoïdien, en arrière et un peu en dehors de son tubercule fibro-cartilagineux. Dans cette région, ils sont très éloignés l'un de l'autre, car ils font entre eux un angle à côtés convexes en dedans et à sommet antérieur.

Les rapports de ce muscle sont les suivants : en arrière et en dehors, il est entouré par le grêle inférieur du tronc qui s'insère en dedans et en dehors de lui ; dans l'angle qui sépare les deux muscles vient aboutir le ligament blanc des grêles du tronc. En avant, il est tangent par son bord antérieur au bord postérieur du muscle *x* (fig. 2, pl. XXVI), que je décrirai plus loin ; enfin, en dessous, il repose sur la gaine fibreuse du muscle adducteur des coracoïdiens postérieurs (*y*).

En se contractant, le muscle que je viens de décrire soulève la ventouse postérieure ; il augmente donc son adhérence quand elle est collée et l'éloigne du sol quand elle est décollée et que l'animal se meut.

Le second muscle appartenant au quatrième groupe (pl. XXVI, fig. 1, 2, 3, 6, *x*) est antérieur par rapport au premier. On l'aperçoit quand on a enlevé la peau située entre les ventouses (fig. 1, 6, *x*), mais, pour le voir dans son ensemble, il faut faire la dissection que j'ai indiquée plus haut à propos du muscle *z*. Au moyen de ces deux dissections qui se complètent, on se rend facilement compte que ce muscle est disposé de la façon suivante : son extrémité postérieure est *insérée sur la gaine fibreuse* qui entoure l'adducteur des coracoïdiens postérieurs (fig. 1, 3, *x*), de là ses fibres se dirigent d'arrière en avant, de dehors en dedans et de bas en haut en se disposant en éventail (pl. XXVI, fig. 2, *x*), de façon à venir se fixer sur la face externe de la tige qui termine postérieurement l'os de la ventrale (pl. XXVI, fig. 12, *x*), entre l'insertion du muscle *z* décrit précédemment et celle du muscle *w* que je décrirai plus loin.

Le muscle *x* est en rapport en dessous avec le muscle *y*, la peau interventousaire et le muscle *w;* en dessus, il est recouvert par le péritoine et les viscères. Son bord postérieur contribue à former un

triangle à côtés convexes en dedans, dont les deux autres côtés sont formés par le muscle *z* et par le grand latéral. Au fond de ce triangle, on aperçoit la gaine fibreuse du muscle *y*, adducteur des coracoïdiens postérieurs (fig. 1, pl. XXVI).

Le rôle du muscle *x* est facile à comprendre et paraît être très important ; comme il agit directement sur le bord antérieur de la ventouse postérieure, il contribue pour une large part à opérer son décollement en soulevant ce bord, plissé par la contraction du muscle *y;* mais si le muscle *y* ne se contracte pas, il concourt à augmenter l'adhérence au même titre que *z*.

Cinquième groupe. — Ce groupe ne comprend qu'un muscle (pl. XXVI, fig. 1, 2, 3, 6, *w*) qui affecte une disposition très intéressante et dont le rôle est fort curieux. Quand on extirpe avec beaucoup de précaution la peau qui recouvre l'espace interventousaire, on aperçoit une masse de fibres musculaires qui s'étend comme une bande transversale en arrière de l'abaisseur des rayons de la ventrale et en avant du muscle *x* (*w*, fig. 1 et 6). *Ces fibres musculaires s'insèrent sur la peau elle-même* et sont *normales à sa surface près de leur insertion.*

Celles qui occupent la partie centrale de la bande dont je viens de parler s'attachent à la face inférieure de la queue des os des ventrales (11, fig. 1), tandis que les parties latérales de cette bande contournent le squelette de la ventrale en se dirigeant d'arrière en avant, de dehors en dedans et de bas en haut, pour aller se fixer chacune à la face supérieure de l'os de la ventrale, en avant de l'insertion du muscle *x* (pl. XXIV, fig. 12, *w*).

Le muscle *w* est compris entre la peau interventousaire en bas, le grand latéral en dehors, le muscle *x* en haut, l'os de la ventrale en dedans et le releveur superficiel en avant. Pour bien comprendre sa disposition il est nécessaire de faire les deux dissections que j'ai déjà indiquées plus haut pour le muscle *x*.

Le rôle du muscle que je viens de décrire est des plus curieux : en se contractant, il tire vers le haut la peau interventousaire sur laquelle il s'insère et augmente par suite le volume de la cavité de

la ventouse antérieure; l'adhérence se trouve ainsi augmentée puisque la différence entre les pressions externe et interne devient plus considérable. Ce muscle agit donc exactement comme la traction qu'on exerce sur la ficelle du jouet connu sous le nom de colle-pavés.

Dans le travail que j'ai déjà eu l'occasion de citer plusieurs fois, M. Niemiec ne fait aucune mention des deux muscles *z* et *x* qui constituent mon quatrième groupe, sans doute parce qu'il n'a pas disséqué l'animal en-dessus. Cependant, dans sa figure 7, il indique de chaque côté de la ligne médiane, en avant du muscle *e*, deux petits groupes de fibres longitudinales qui occupent bien la position de mon muscle *x*, mais il n'en parle ni dans son texte ni dans l'explication de ses planches. M. Niemiec ne parle pas non plus du muscle de la peau interventousaire que je viens de décrire, et pourtant il a représenté sur la même figure 7, immédiatement en arrière de son muscle *d*, une bande musculaire à fibres transversales qui correspond exactement *par sa position* à mon muscle *w*, mais on a vu que ce dernier a ses fibres non pas parallèles, mais normales à la peau interventousaire.

Sixième groupe. — Le premier muscle de ce groupe s'étend entre l'angle antérieur de la ventouse postérieure et le squelette de la pectorale (pl. XXVI, fig. 1, 6, *r*); il est fusiforme, se fixe en avant à l'angle postérieur du cubital puis se dirige en arrière et en dedans pour aller s'attacher à l'angle antéro-externe du coracoïdien postérieur. Il est sous-cutané, placé en dehors des muscles *w* et *x*, en dedans du cartilage interventousaire et au-dessous du grand latéral du tronc (pl. XXV, fig. 15, *r*).

Il tire légèrement en avant la ventouse antérieure, mais son action ne peut qu'être très faible.

M. Niemiec a figuré ce muscle (*b*, fig. 7), mais il dit qu'il *s'étend dans le squelette des nageoires ventrales*, ce qui n'est pas exact.

Le second muscle du sixième groupe est celui de la petite pectorale. On a vu dans la description du squelette que la petite pectorale est constituée par le coracoïdien antérieur. Son muscle est

situé en dedans de cet os sur lequel il s'insère; puis il se dirige en avant, en haut et en dehors, pour aller s'attacher à la face postérieure de l'apophyse externe de l'huméral au-dessous de l'insertion du faisceau G du grand latéral.

En dehors, il est appliqué sur l'adducteur des rayons de la pectorale et sur le coracoïdien antérieur; en dedans, il est accolé au grand latéral du tronc (pl. XXV, fig. 15, *f;* pl. XXVI, fig. 3, *fm*; pl. XXVIII, fig. 7, *fm*).

Dans son travail, M. Niemiec a figuré ce muscle (fig. 7, *a*) à propos duquel il dit : « Le muscle (*a*) venant du squelette de la nageoire ventrale s'insère sur la plaque secondaire (*k*)[1] et la met en mouvement; sa contraction presse l'appendice en forme de nageoire secondaire contre la nageoire pectorale et ferme l'espace entre le rebord et la ventouse. »

Nous avons vu que le muscle de la petite pectorale est inséré sur le cubital et *non sur le squelette de la nageoire ventrale.* Quant au rôle de ce muscle, je ne puis partager l'opinion de M. Niemiec : en se contractant, il ne peut presser la petite pectorale contre la pectorale proprement dite, car il est situé à la face interne de la première et ne peut, par conséquent, que l'éloigner de la seconde. Son rôle est différent à mon point de vue : en se contractant, il rapproche la ventouse postérieure de l'antérieure comme le muscle *r*. Tous deux servent à projeter la ventouse postérieure en avant, et leur fonction principale est de servir à la locomotion par glissement que j'ai décrite plus loin, dans le paragraphe relatif à la physiologie des ventouses.

Quant à l'action que la petite pectorale peut avoir dans la fermeture de l'espace interventousaire, je crois qu'elle est absolument passive, et que cet organe n'agit qu'en diminuant de toute son épaisseur la profondeur du sillon que ferment les rayons internes de la pectorale proprement dite ; en tout cas, le muscle de la petite pectorale ne peut avoir aucune action sur elle pour la fermeture de ce sillon.

[1] C'est le nom que l'auteur donne à la petite pectorale de Goüan.

En terminant la description du système musculaire des membres du Lepadogaster, je crois utile de faire remarquer que les six muscles intrinsèques appartenant aux quatre derniers groupes n'ont d'homologues dans aucun autre poisson.

Muscles des mâchoires. — Ils sont au nombre de cinq, deux pairs et trois impairs.

A. *Releveur des mâchoires.* — Ce releveur se compose de deux parties : la première s'insère sur le maxillaire supérieur, la seconde sur le maxillaire inférieur.

Première partie. — Elle est divisée en deux faisceaux : le premier (pl. XXVI et XXIX, *rm'*) est situé à la partie externe de la région operculaire (pl. XXIX, fig. 1, 2, 3). C'est un gros cordon musculaire dont les fibres, dirigées d'arrière en avant et de dehors en dedans, s'insèrent en arrière à la face externe du sous-opercule et sur sa moitié antérieure seulement, car l'autre est recouverte par la peau. En avant, ce faisceau envoie un paquet de fibres à la seconde partie du muscle releveur, puis il se confond avec le second faisceau qui constitue avec lui la première partie.

Ce second faisceau est situé en dedans et au-dessous du premier ; pour le voir il faut regarder l'animal en dessous (pl. XXIX, fig. 3, *rm*) ou bien enlever le premier faisceau (fig. 2, *rm*). Il s'insère sur le préopercule au-dessous du canal muqueux qui le parcourt d'avant en arrière, et aussi sur la branche longitudinale du jugal. Il se réunit bientôt au premier faisceau et la masse musculaire qui résulte de cette réunion s'insère en avant sur le maxillaire supérieur, dans le sinus que forment les deux apophyses qui le terminent postérieurement.

Deuxième partie. — Elle est aussi divisée en deux faisceaux qui se fixent tous deux à la mâchoire inférieure. Ils sont situés l'un au-dessus de l'autre et au-dessus de la première partie décrite plus haut. Le faisceau le plus inférieur, le plus puissant des deux (pl. XXIX, fig. 1, 2, rm_1), s'insère en arrière à la face externe du préopercule et sur l'apophyse horizontale du jugal ; il reçoit un petit paquet de fibres

du muscle qui constitue la première partie et s'insère en avant sur l'articulaire, dans l'angle que fait l'apophyse coronoïde de cet os avec son corps. Une petite partie se fixe au dentaire.

Le faisceau supérieur de la deuxième partie (pl. XXIX, fig. 1, 2, rm_2) est situé immédiatement au-dessus du précédent. Il est beaucoup moins considérable que lui et s'insère en arrière sur le cône du temporal qui porte le préopercule ; ses fibres, dirigées d'arrière en avant, vont se fixer sur l'articulaire, en dedans de son apophyse coronoïde.

Telle est la disposition des quatre faisceaux qui constituent les deux parties du releveur des mâchoires.

Quand les appareils operculaire et palato-tympanique sont fixés par la contraction de leurs muscles abaisseurs, le releveur des mâchoires, en entrant en activité, rapproche les deux mâchoires l'une de l'autre ; mais, quand les deux mâchoires sont rapprochées, le releveur peut encore se contracter, il entraîne alors en dehors les appareils operculaire et palato-tympanique, si l'action de leurs abaisseurs ne se fait pas sentir.

C'est là un des mouvements respiratoires du Lepadogaster.

B. *Articulo-dentaire.* — Ce muscle (pl. XXVI, fig. 1, *dt'*) est situé dans le sinus qui se trouve entre le dentaire et l'articulaire ; il est aplati de bas en haut, ses fibres s'insèrent en arrière sur une apophyse saillante de l'articulaire et sur l'angulaire (fig. 1, *at*) ; un de ses tendons très grêle, mais très résistant, va se fixer au jugal, ensuite il se dirige d'arrière en avant et de dehors en dedans pour aller s'attacher au dentaire (fig. 1 *dt*). L'articulo-dentaire fléchit l'un sur l'autre le dentaire et l'articulaire.

C. *Génio-hyoïdien.* — C'est un muscle impair (pl. XXVI, fig. 1, *gh*, *gh'*; pl. XXIX, fig. 3, *gh*) dont les deux moitiés sont accolées en avant et séparées en arrière. Chacune de ses moitiés a la forme d'un ruban environ trois fois plus long que large, plus étroit en arrière qu'en avant, et s'insère sur l'hyoïde à la face inférieure de la pièce *h'* (pl. XXV, fig. 13) ; puis ses fibres se dirigent d'arrière en avant et de

dehors en dedans de façon à aller rejoindre celles de la moitié du côté opposé. Cette réunion s'opère à peu près au niveau du milieu du muscle articulo-dentaire et le génio-hyoïdien forme alors une large lame étendue d'abord entre les deux articulo-dentaire, puis entre les deux os dentaires; ses fibres se disposent en éventail et vont se fixer par de nombreux tendons aplatis, nacrés, résistants, aux côtés internes de ces derniers. En dessous, le génio-hyoïdien est sous-cutané, excepté dans la petite portion où il est recouvert par le muscle interdentaire; en dessus, il est recouvert par la muqueuse buccale.

La fonction du génio-hyoïdien est facile à concevoir, il abaisse la mâchoire et contribue avec le sterno-hyoïdien à ouvrir la bouche.

D. Interdentaire. — Ce muscle (pl. XXVI, fig. 1, *tv*) est sous-cutané; sa disposition est extrêmement simple; il s'étend transversalement d'un dentaire à l'autre; en se contractant, il rapproche ces deux os. Il est désigné par le numéro 21 dans la monographie de la Perche, de Cuvier.

E. Sterno-hyoïdien. — Il a été décrit avec les muscles des membres; il concourt avec le génio-hyoïdien à ouvrir la bouche en abaissant la mâchoire inférieure.

Muscles de l'arcade palatine. — Il y en a deux, le releveur et l'abaisseur.

Releveur. — C'est un muscle tout à fait superficiel (pl. XXIV, fig. 1, 2, *ra*), très petit, situé en dedans de la masse du releveur de la mâchoire. Il est beaucoup plutôt releveur de l'opercule que releveur de l'arcade palatine, car ses fibres s'insèrent en avant au mastoïdien et au frontal postérieur, puis se dirigent d'avant en arrière et de dedans en dehors en passant au-dessus du temporal pour aller se fixer au tubercule articulaire de l'opercule. Il ne paraît pas avoir de fibres allant au temporal; cependant, ce muscle paraît bien être l'homologue du releveur de l'arcade par ses rapports. Il n'agit sur l'arcade que parce que l'opercule est articulé avec le temporal.

Abaisseur. — Quand on a détaché avec soin l'hyoïde tout entier, le

génio-hyoïdien et l'appareil branchial, on arrive à la partie inférieure du crâne; si alors on enlève la peau qui la recouvre, on aperçoit l'abaisseur de l'arcade palatine qui est disposé de la façon suivante : c'est une couche musculaire mince, située dans le plan horizontal sous-jacent au crâne (pl. XXVII, fig. 3, *ap*), à fibres dirigées de l'intérieur vers l'extérieur. La forme de cette couche est celle d'un triangle rectangle; un des côtés de son angle droit s'insère sur l'apophyse postérieure du vomer, sur la face inférieure du sphénoïde et sur la grande aile. De là, les fibres se dirigent de dedans en dehors de façon à aller se fixer au bord interne du palatin, à l'os transverse, à l'apophyse montante du jugal et au tympanal. Ce muscle abaisseur est compris entre la membrane fibreuse résistante qui forme le plancher de l'orbite et la muqueuse du plafond de la cavité buccale. En se contractant, il rapproche l'arcade palatine du plan de symétrie du corps.

Muscles de l'opercule. — Ils consistent aussi en un releveur et en un abaisseur.

Releveur. — C'est un tout petit muscle sous-cutané (pl. XXIX, fig. 1, 2, *ro*) attaché à la face supérieure du mastoïdien, tout près de l'orifice postérieur du système médian des canaux muqueux, et aussi à la face supérieure de l'opercule. Son rôle est facile à concevoir.

Abaisseur. — Il n'est pas beaucoup plus volumineux que le précédent. Il s'insère (pl. XXVII, fig. 3, *aop*) à la crête externe du mastoïdien, puis va s'attacher à la face inférieure de l'extrémité supérieure de l'opercule. Il fait un angle aigu avec le releveur, et, en se contractant, abaisse l'opercule.

Muscle de la membrane branchiostège. — Il ne présente pas de différence avec ce qu'il est dans la Perche.

V

STRUCTURE ET PHYSIOLOGIE DES VENTOUSES.

Pour rendre plus méthodique l'exposé de mes recherches sur les Lepadogasters, j'ai décrit les os, les muscles, les vaisseaux et les

nerfs des membres, avec les mêmes organes des autres parties du corps. Mais il est nécessaire de donner une description synthétique des ventouses comprenant surtout l'extérieur de ces organes et leur histologie. Une telle description m'a paru bien placée après l'histoire du squelette et des muscles, qui forment à eux seuls la presque totalité des membres, et elle est d'autant plus nécessaire, que dans les paragraphes relatifs aux os et aux muscles, je n'ai pas abordé la question des rapports que toutes les parties des ventouses ont entre elles, ce qui est indispensable pour comprendre leur fonctionnement.

Ce cinquième paragraphe sera divisé en deux parties :

A, structure des ventouses ; B, physiologie des ventouses.

A. Dans la première partie, j'examinerai successivement :

1° L'extérieur et les fibro-cartilages des ventouses ;

2° Leur histologie.

1° L'appareil adhésif des Lepadogasters se compose de deux disques, l'un antérieur, l'autre postérieur.

Le disque antérieur, arrondi en avant et sur les côtés, est largement ouvert en arrière et, par suite, incomplet. Au centre, on distingue un espace arrondi (pl. XXVII, fig. 4, *c*), formé par les abaisseurs des rayons de la ventrale, le muscle *u* (pl. XXV, fig. 15) et l'adducteur des deux rayons osseux.

Toutes ces parties sont recouvertes par la peau, qui est extrêmement adhérente en certains points.

Autour de cet ovale central se trouvent les parties mobiles de la ventouse, qui forment une large colerette constituée en avant, par un bord s'amincissant progressivement de dedans en dehors (ce bord n'est autre chose que le prolongement de la gaine fibreuse de l'adducteur des rayons osseux qui s'insère sur la lame antérieure de ces derniers) et sur les côtés, par les rayons de la ventrale que réunissent les membranes interradiaires de manière à former, à droite et à gauche, une lame qui affecte la forme d'un trapèze à petit côté interne et à grand côté externe, sinueux, libre (pl. XXVII, fig. 4).

Le premier rayon ou rayon osseux est invisible sans dissection; le second, ou premier rayon articulé, est légèrement concave en arrière et dirigé de dedans en dehors; le troisième est presque droit, dirigé d'avant en arrière; le quatrième, presque droit aussi, se dirige encore plus en arrière; enfin, le dernier est courbe, sa partie interne est dirigée de dedans en dehors et sa partie externe d'avant en arrière et de dedans en dehors.

Ce dernier rayon porte en arrière une membrane interradiaire (fig. 4, *mvp*), qui s'attache à la face externe du troisième rayon inférieur de la pectorale, c'est ainsi que ces deux nageoires sont réunies entre elles.

La ventouse postérieure est complète; elle forme une cupule arrondie, au centre de laquelle on aperçoit un espace formé de deux cercles largement confluents, c'est la face inférieure des coracoïdiens postérieurs (*cp*) sur lesquels la peau est immédiatement appliquée.

Autour de cette partie centrale se trouve disposé le bord de la ventouse qui, en avant, est formé par l'adducteur des coracoïdiens postérieurs et par le prolongement de la gaine fibreuse de ce muscle; sur les côtés et postérieurement, par une lame fibro-cartilagineuse qui prolonge en dehors le bord osseux des coracoïdiens postérieurs. Cette lame fibro-cartilagineuse n'a que 2 millimètres sur les côtés, tandis qu'en arrière elle atteint jusqu'à 4 millimètres et demi de largeur; le bord de la ventouse postérieure se trouve ainsi complété. Dans les parties latérales et postérieure de ce bord, il y a un certain nombre de baguettes équidistantes ou pseudo-rayons, dont nous examinerons la structure plus loin. La pointe de chacun d'eux correspond à une partie plus saillante du bord de la ventouse; les rayons situés près de la ligne médiane sont incurvés en dehors, de sorte que plusieurs d'entre eux sont confluents de chaque côté et qu'au milieu il y a un petit sinus, à ouverture antérieure, dépourvu de pseudo-rayons (pl. XXVII, fig. 4, *gf*).

Vers les deux angles antérieurs de la ventouse postérieure, la face

supérieure du fibro-cartilage marginal émet un prolongement assez volumineux qui va se fixer à la base et à la face interne des rayons inférieurs de la pectorale; c'est ce prolongement que j'ai désigné sous le nom de *fibro-cartilage inter-ventousaire* (pl. XXVI, fig. 1, 6, *ci*). En dedans, il est parallèle au bord externe du muscle *r* (fig. 6); en dehors, il donne insertion à l'arête inférieure du coracoïdien postérieur ou os de la petite pectorale (fig. 6, *f*). Vers les angles antéro-externes de la ventouse postérieure, le cartilage inter-ventousaire forme une petite papille cartilagineuse, allongée, saillante à l'extérieur dans l'espace inter-ventousaire (fig. 1, 6, *ac*); cet appendice forme un angle aigu avec le bord antérieur de la ventouse, de sorte que ces deux organes ménagent entre eux un sillon largement ouvert en dedans dans l'espace inter-ventousaire. En dehors, l'appendice qui nous occupe émet une très mince membrane (fig. 1, 6, *m*), qui va s'attacher au cinquième ou sixième rayon de la pectorale.

J'ai dit plus haut que le bord inférieur de l'os de la petite pectorale est attaché au cartilage inter-ventousaire; il est aussi très solidement fixé à la face dorsale du coracoïdien postérieur (fig. 6, *tm*), et, de plus, la petite pectorale est assujettie à ne pas s'écarter de la paroi latérale du corps par un prolongement de la peau (fig. 6, *m'*), qui se fixe à sa face interne (*tm'*).

Les deux ventouses portent à leur face inférieure des plaques épidermiques polygonales dont la disposition est la suivante :

Sous la ventouse antérieure, ces plaques sont disposées en une large bande en forme de demi-ellipse qui s'étend sur toute sa marge antérieure et sur les trois premiers rayons articulés (pl. XXVII, fig. 4, *pe*). Le bord externe de la marge antérieure, le centre ovale de la ventouse et le quatrième rayon articulé en sont dépourvus.

Sous la ventouse postérieure, il y a une bande de plaques hexagonales à la face inférieure du muscle adducteur des coracoïdiens postérieurs (*pe'*); puis une autre bande qui s'étend sur les côtés externe et postérieur du disque (*pe''*). Une large zone de cinq-six rangs d'hexagones épidermiques se trouve ainsi disposée tout autour

de la cavité centrale de la ventouse, qui en est dépourvue. Cette zone n'est interrompue qu'en deux endroits occupés par deux sillons situés en avant de la ventouse (fig. 4, *s*).

Tout ce que j'ai dit au sujet de l'extérieur des ventouses se rapporte au *L. Gouanii*, les différences qu'on observe dans les trois autres espèces que j'ai eu l'occasion d'étudier sont très peu importantes.

Dans le *L. Candollii*, les rayons de la ventrale sont très longs et arrivent presque au niveau du bord postérieur de la ventouse postérieure; les deux cinquièmes rayons sont presque parallèles et circonscrivent, avec le centre de la ventouse antérieure, un rectangle dans lequel vient se loger la ventouse postérieure.

Cette dernière est très étroite en avant et très élargie en arrière; son bord antérieur porte très peu de plaques hexagonales, tandis que l'îlot, en forme de croissant, est extrêmement développé.

Dans le *L. bimaculatus*, la ventouse postérieure est moins arrondie que dans le *L. Gouanii*, mais moins en trapèze que dans le *L. Candollii;* les pectorales sont extrêmement longues; elles dépassent le disque postérieur d'une quantité presque égale à la largeur de ce disque.

Dans le *L. Wildenowii,* il n'y a guère de différence que dans la forme de la ventouse postérieure, qui ressemble beaucoup à celle du *L. bimaculatus.*

2° *Histologie des ventouses.* — Quand on fait une coupe dans le bord postérieur de la ventouse postérieure, en dirigeant la section parallèlement au plan de symétrie de l'animal, on voit que la peau du corps se réfléchit sur la ventouse et l'enveloppe complètement en revenant sur sa face inférieure (pl. XXX, fig. 6, *pa*, *fg*).

Dans toute son étendue, la peau qui enveloppe la ventouse postérieure est, comme celle des autres parties du corps, composée d'un derme et d'un épiderme; mais ces deux parties fondamentales présentent des différences d'épaisseur et de structure qu'il est important de noter.

A la face supérieure du bord de la ventouse (fig. 6, *e*), l'épiderme

est extrêmement mince et ne compte que deux ou trois couches de cellules (fig. 10, *e*) au milieu desquelles s'aperçoit de temps en temps une glande mucipare que l'hématoxyline colore en violet foncé presque noir. A mesure qu'on s'avance vers la partie postérieure du bord de la ventouse, l'épaisseur de l'épiderme augmente quelque peu et devient assez considérable sur la *grande frange* (pl. XXIX, fig. 6; pl. XXVIII, fig. 4, *fg*) qui borde cet organe postérieurement; puis la peau se réfléchit en dessous et vient former une *petite frange* (*fg'*), plus courte que la première, qui la borde en dedans tout en restant immédiatement en dehors de la bande de plaques épidermiques hexagonales (*ph*). Pendant tout ce trajet de la face supérieure de la ventouse jusqu'à la zone de plaques hexagonales, le derme qui double l'épiderme (*ds*), contrairement à ce dernier, est d'abord épais (fig. 10, *d*), puis s'amincit et devient presque invisible dans la région des deux franges.

A la face supérieure de la grande frange, l'épiderme, comme je l'ai dit, est relativement épais et renferme quelques rares cellules muqueuses; au contraire, sur sa face inférieure, les cellules muqueuses sont extrêmement abondantes (fig. 11, *gl*) et on observe aussi quelques autres glandes muqueuses plus grosses, plus profondes et plus rares qui se colorent par l'éosine et non par l'hématoxyline.

Mais la partie de la peau qui a subi le plus de transformations histologiques, est celle située à la face inférieure de la ventouse et comprise entre la petite frange (*fg*) et le bord postérieur du coracoïdien.

Dans cette région, le derme (fig. 6, 7, *di*, *d*) est, comme ailleurs, composé de fibres conjonctives très résistantes, entrecroisées dans deux sens perpendiculaires; des fibres normales à sa surface s'attachent à sa face profonde et traversent toute l'épaisseur du bord de la ventouse en formant un feutrage très compliqué avec d'autres fibres que nous examinerons dans un instant (fig. 6, *f*). L'épaisseur du derme est très considérable dans toute l'étendue couverte par les

plaques hexagonales ; elle est aussi considérable que dans n'importe quelle autre région du corps (fig. 7, *d*) ; mais dans tous les points correspondant aux intervalles des plaques, le derme est plus mince.

La structure de l'épiderme à la face inférieure de la ventouse est des plus curieuses, car il a subi une transformation complète. Il est divisé en plaques polygonales par des sillons (fig. 6, 7, *iv*) profonds qui ne vont pas jusqu'au derme, car au fond de chaque sillon se trouve une masse cellulaire en saillie dont les noyaux très nets font partie de la couche de cellules la plus inférieure de l'épiderme.

Dans chacune de ces plaques, l'épiderme est composé de deux parties bien distinctes : la première, profonde, cellulaire ; la seconde, superficielle, moins épaisse que l'autre, et qui ne peut être qu'une cuticule extrêmement développée.

La première partie (fig. 6, 7, *e*) mesure au maximum $0^{mm},06$ d'épaisseur; elle a trois couches de cellules très minces. La première couche qui repose sur le derme (*n''*) a ses noyaux très longs, régulièrement rangés les uns à côté des autres ; c'est elle qui forme les masses cellulaires saillantes au fond des intervalles ménagés entre les plaques polygonales (*it*, fig. 7).

Le seconde a ses noyaux rangés moins régulièrement et est à peu près de l'épaisseur de la première (*n'*).

Enfin, la troisième, la plus superficielle, est composée de grandes cellules très allongées, minces, dont les noyaux plusieurs fois aussi longs qu'épais, sont très régulièrement accolés les uns à côté des autres (*n*).

La partie superficielle des plaques épidermiques est moins épaisse que l'autre et mesure au maximum $0^{mm},04$, elle est absolument dépourvue de noyaux, se colore assez fortement en rouge par l'éosine, et est divisée en plusieurs couches parallèlement à sa surface par des stries très fines ; d'autres stries, beaucoup plus serrées et perpendiculaires aux autres, la divise en prismes extrêmement ténus.

Cette couche, je le répète, ne peut être qu'une cuticule très épaisse sécrétée par les cellules sous-jacentes.

En traitant les plaques hexagonales par l'acide formique au tiers pendant une ou deux minutes, puis par le chlorure d'or pendant cinq minutes, et finalement par l'acide formique à 2 pour 100 pendant plusieurs heures, comme si l'on voulait étudier des terminaisons nerveuses, on arrive à dissocier les cellules qui composent ces plaques. La figure 9 les représente dissociées. La figure 8 représente une plaque hexagonale tout entière vue par sa face profonde après avoir subi le même traitement ; les noyaux des cellules sont tous très visibles.

Les parties contenues entre les deux couches de peau qui limitent le bord de la ventouse, méritent aussi d'attirer notre attention un instant.

Dans la partie antérieure du bord de la ventouse, on rencontre, entre les deux peaux, un lacis très complexe de fibres conjonctives et élastiques se colorant fortement par l'hématoxyline et laissant entre elles des espaces assez considérables. Les fibres de ces lacis se mettent en rapport avec les fibres normales à la surface du derme (*di*. fig. 6) et avec des groupes de grosses cellules que nous devons examiner avec un peu plus de soin que le reste.

Ces cellules sont surtout disposées à la face profonde du derme de la paroi supérieure de la ventouse ; on en observe néanmoins quelques-unes à la face profonde du derme inférieur et aussi quelques-unes occupant une position intermédiaire (fig. 6, 10, *cg*). Les plus petites sont très aplaties, accolées au derme, et ne mesurent guère que $0^{mm},03$; les autres, polyédriques, atteignent $0^{mm},06$. En coupe, leurs contours sont sinueux, leur substance se colore faiblement en violet par l'hématoxyline ; le noyau absorbe un peu plus fortement la matière colorante.

Sur le frais, ces cellules ont une consistance qui rappelle celle du cartilage.

Le cartilage inter-ventousaire n'a pas la même structure que les parties fibro-cartilagineuses de la ventouse, il est composé de cellules serrées les unes contre les autres, à plusieurs angles aigus courts,

à noyau arrondi pourvu d'un petit nucléole. Ces cellules, deux à trois fois plus petites que celles que j'ai décrites plus haut, prennent peu la coloration et sont plus aplaties à la périphérie du cartilage interventousaire que dans sa partie centrale (pl. XXVII, fig. 7).

Dans les coupes intéressant la frange de la ventouse postérieure, on observe les faux rayons dont j'ai parlé à propos de l'extérieur (fig. 6, 7, *r*) ; ils paraissent de nature fibreuse, se colorent fortement en noir par l'hématoxyline et rappellent la partie fibreuse de la ceinture scapulaire de l'embryon à l'éclosion.

Ils sont situés immédiatement au-dessus de l'épiderme inférieur de la grande frange ; dans cette région, le derme est tellement réduit, qu'il paraît manquer.

Les coupes qui m'ont servi à étudier l'histologie de la ventouse, ont été faites sur des pièces très fraîches, fixées à l'acide osmique au 1/100 pendant quinze heures, durcies dans les alcools pendant quatre heures et incluses dans la paraffine fusible à 48 degrés, après avoir séjourné pendant douze heures dans la paraffine dissoute dans le chloroforme.

Les colorations ont été faites avec l'hématoxyline à l'eau [1] et l'éosine à l'alcool.

B. *Physiologie des ventouses.* — Les ventouses des Lepadogasters leur servent, non seulement à se fixer fortement aux rochers, mais encore à progresser suivant un mode tout particulier; aussi vais-je étudier successivement : 1° le mode d'adhérence des ventouses ; 2° la locomotion au moyen des ventouses.

1° *Mode d'adhérence des ventouses.* — Le Lepadogaster possédant deux ventouses, il est nécessaire d'examiner chacune d'elles séparément.

a. Ventouse antérieure. — Contrairement à la postérieure qui est

[1] On fait une solution de 30 grammes d'hématoxyline dans 10 grammes d'alcool absolu qu'on mélange avec une solution de 1 gramme d'alun dans 300 grammes d'eau distillée, puis on expose aux rayons solaires en agitant de temps en temps. La solution n'est bonne à employer qu'au bout de plusieurs semaines.

complète, la ventouse antérieure est largement ouverte en arrière ; mais la postérieure lui forme un bord dans la région médiane, elle ne reste donc ouverte que sur les côtés. Pour fermer ces ouvertures latérales qui empêchent l'adhérence, l'animal, par la contraction des adducteurs de la pectorale, applique les rayons inférieurs de cette nageoire sur la petite pectorale, *dans le sillon profond* qui existe entre cette dernière et le bord latéral de la ventouse postérieure. Dans ce mouvement, le troisième rayon articulé de la ventrale est appliqué sur la surface d'adhérence, tandis que le quatrième, dépourvu de plaques épidermiques et relié par une mince membrane au troisième rayon de la pectorale, est entraîné dans le sillon dont je viens de parler, par les rayons inférieurs de cette dernière nageoire.

C'est là le mécanisme principal et fondamental au moyen duquel la ventouse antérieure se colle, mais il est complété par quelques autres dispositions qu'il est bon de mentionner.

Dans le mouvement que je viens de décrire, les rayons de la pectorale s'appliquent sur la petite pectorale, mais il en sont séparés par la membrane du cartilage inter-ventousaire, et, quand le muscle de la peau inter-ventousaire tend celle-ci, la membrane, poussée par la pression externe plus considérable que l'interne, s'applique sur les rayons de la pectorale et contribue ainsi à rendre plus hermétique la fermeture de l'espace inter-ventousaire.

Les abaisseurs des rayons de la ventrale jouent aussi un grand rôle dans le mécanisme de l'adhésion en modifiant la profondeur de la cupule et en adaptant la forme de son bord à celle de la surface d'adhérence.

Pour me rendre un compte exact du mode d'adhérence de la ventouse antérieure, j'ai fait quelques expériences que je vais relater en quelques mots : j'ai d'abord coupé avec des ciseaux la mince membrane qni réunit la ventrale à la pectorale, mais l'adhérence s'est produite tout de même, ce qui prouve que l'ouverture de l'espace inter-ventousaire peut être bouchée sans le quatrième rayon

articulé qui, dans ce cas, ne peut plus être ramené dans le sillon de la petite pectorale. En second lieu, j'ai coupé la membrane du cartilage interventousaire, l'adhérence s'est encore produite; cette membrane n'est donc qu'accessoire pour le fonctionnement de la ventouse. J'ai essayé aussi de supprimer le sillon compris entre la petite pectorale et le bord latéral de la ventouse en coupant ce bord latéral, mais l'adhérence a encore eu lieu, quoique plus difficilement, cela tient sans doute à ce qu'il est impossible d'extirper complètement ce bord latéral sans mutiler l'animal. Enfin, j'ai coupé les dix rayons inférieurs de la pectorale, et cette fois l'usage de la ventouse antérieure a été aboli complètement; c'est pourquoi je dis plus haut que le mécanisme fondamental de l'adhérence de la ventouse antérieure est la fermeture des ouvertures latérales de cette ventouse par les rayons inférieurs de la pectorale.

Le mécanisme du décollement est des plus simples, plusieurs muscles y concourent : 1° les abducteurs de la pectorale éloignent les rayons inférieurs de cette nageoire de la petite pectorale ; 2° le releveur du cinquième rayon agit dans le même sens ; 3° l'adducteur des rayons osseux a aussi une action semblable, enfin les releveurs de tous les rayons de la ventrale tendent à les éloigner de la surface d'adhérence.

J'ai déjà dit plus haut que la petite pectorale ne peut avoir qu'un rôle passif dans l'adhérence des ventouses.

b. Ventouse postérieure. — Elle se colle d'elle-même comme un colle-pavé qu'on pose sur une surface polie, et la preuve c'est que si on prend un Lepadogaster *mort* et qu'on mette sa ventouse postérieure en contact avec une surface unie, elle adhère immédiatement [1].

Pour décoller sa ventouse postérieure, l'animal contracte le muscle adducteur des coracoïdiens postérieurs, le seul qu'elle possède, il

[1] La même chose a lieu pour la ventouse antérieure, mais cela tient à ce que la pectorale et le cinquième rayon de la ventrale sont maintenus en contact avec la petite pectorale par l'eau qui les mouille.

plisse ainsi le bord antérieur de l'appareil et permet la rentrée de l'eau dans sa cavité,

D'autres muscles, que nous connaissons bien, jouent aussi un rôle dans la physiologie de la ventouse.

Le muscle z en se contractant tend à détacher la ventouse postérieure de sa surface de fixation; le muscle de la petite pectorale agit de même et le muscle x, qui s'insère justement sur la gaine de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs, a certainement pour action de contribuer à plisser le bord antérieur de la ventouse en le tirant vers le haut. Tant que la ventouse est collée, ces muscles, en se contractant, ne peuvent qu'augmenter son adhérence; mais, quand elle n'adhère pas, ils la relèvent et l'empêchent de se coller. Le grêle inférieur du tronc tend au contraire à l'abaisser, et la portion du grand latéral qui se trouve à la face inférieure du corps contribue au décollement, en donnant au corps une courbure à concavité inférieure.

2° *Locomotion au moyen des ventouses.* — Quand on fait se coller un Lepadogaster sur une paroi de verre verticale et qu'on l'emprisonne avec la main, il cherche à s'échapper par tous les moyens possibles, et on peut alors voir son appareil adhésif tout entier se transporter en avant, en arrière, à droite, à gauche, obliquement, en un mot dans tous les sens, en se détachant et en se fixant alternativement.

Ces mouvements, l'appareil adhésif les exécute pour son propre compte, indépendamment des mouvements d'ensemble que l'animal tout entier accomplit, et ils s'exécutent, grâce : 1° à la très grande mobilité de certaines pièces de la ceinture scapulaire et 2° à l'adaptation particulière du système musculaire extrinsèque des membres.

J'ai déjà parlé (page 58, *Mobilité de la ceinture scapulaire*) du mode d'articulation des pièces de la ceinture scapulaire qui ordinairement n'a guère de mobilité dans les poissons[1], mais il n'est pas inutile

[1] La ceinture qui constitue l'épaule des poissons, et qui se compose des os que nous avons nommés *surscapulaire, scapulaire* et *huméral*, n'est pas susceptible de mouvements très étendus, et sert plutôt de point fixe pour ceux du tronc, des branchies et de la mâchoire inférieure (Cuvier et Valenciennes, *Histoire naturelle des poissons*, t. I, p. 399).

de rappeler que dans les Lepadogasters : 1° le *surscapulaire* s'articule avec le crâne par son extrémité interne qui est *simple*, arrondie, en forme de condyle, et se meut librement dans une petite cavité que porte l'occipital externe ; 2° le *scapulaire* est articulé avec le surscapulaire par simple juxtaposition de son extrémité antérieure avec l'extrémité externe de ce dernier ; mode d'articulation qui laisse aux deux os une grande mobilité l'un par rapport à l'autre ; 3° enfin l'articulation de l'huméral avec le scapulaire est encore plus mobile que les deux autres et les surfaces articulaires de ces deux os sont analogues à celles d'une véritable arthrodie.

L'extrême mobilité de l'appareil adhésif tient à l'existence de ces articulations paires, et on peut dire que quand les huméraux se déplacent, tout l'appareil adhésif les suit dans leur mouvement. J'ai suffisamment insisté sur cette particularité à propos de la charpente osseuse des membres pour n'avoir pas à y revenir maintenant.

Quels sont à présent les muscles qui donnent le mouvement à la charpente osseuse des ventouses ? Il faut distinguer trois catégories parmi ces muscles :

1° Ceux qui tirent l'appareil en avant ;

2° Ceux qui le transportent en arrière ;

3° Ceux qui lui impriment un mouvement latéral.

1° Parmi tous les muscles qui portent l'appareil adhésif en avant le plus puissant est le *sterno-hyoïdien* (pl. XXV, fig. 15 ; pl. XXVI, fig. 1, 2, *l*). Quand la bouche est fermée par la contraction du muscle qui joue le rôle de masseter et de crotaphyte, le sterno-hyoïdien, en prenant son point d'appui sur l'hyoïde, projette en avant, avec une grande puissance, tout l'appareil ventousaire.

Les *huméro-mastoïdiens* (*o*), les *huméro-occipitaux* (*n*), et les *deux huméro-pharyngiens*, en se contractant en même temps du côté droit et du côté gauche, tirent aussi l'appareil adhésif en avant.

Enfin le *scapulo-frontal* (pl. XXIX, fig. 1, *a*) contribue aussi pour une très faible part à tirer en avant l'ensemble des membres, car

le mouvement qu'il imprime au surscapulaire se transmet à l'huméral par l'intermédiaire du scapulaire.

2° Les muscles qui projettent l'appareil adhésif en arrière sont peu nombreux, mais très puissants.

C'est d'abord le *grêle inférieur du tronc* (pl. XXVI, fig. 2, *t*, *t'*) qui agit exactement dans le sens antéro-postérieur en prenant son insertion mobile à la face supérieure des coracoïdiens postérieurs; viennent ensuite différents faisceaux du *grand latéral du tronc :* 1° le faisceau C qui s'insère sur l'apophyse externe de l'huméral, 2° le faisceau D attaché à l'apophyse interne du même os (celui-ci ne contribue au déplacement de l'appareil adhésif que par ses fibres horizontales et obliques; les verticales agissent de bas en haut), 3° le faisceau E fixé au cubital et 4° le petit faisceau F qui prend son point mobile sur le coracoïdien postérieur.

3° Les muscles qui impriment à l'ensemble des ventouses un déplacement latéral sont les mêmes que ceux qui le projettent en avant, mais les mouvements de latéralité se produisent quand ces muscles se contractent seulement d'un côté.

Ainsi le muscle *huméro-mastoïdien gauche* (pl. XXVI, fig. 2, *o*) et l'*huméro-occipital droit* (*n*) portent l'appareil obliquement d'arrière en avant et de droite à gauche; ils ont pour antagoniste le *grand latéral du tronc droit* qui lui imprime un mouvement d'avant en arrière et de gauche à droite.

De même l'*huméro-mastoïdien droit* et l'*huméro-occipital gauche* déplacent les ventouses d'arrière en avant et de gauche à droite, et ont pour antagoniste le *grand latéral gauche* qui les fait aller d'avant en arrière et de droite à gauche.

Toutes les explications que je viens de donner au sujet des muscles qui font mouvoir l'appareil adhésif peuvent être très facilement comprises en jetant un coup d'œil sur la figure 15, pl. XXV et surtout sur la figure 2, pl. XXVI.

VI

SYSTÈME DIGESTIF.

Ce système ne présente que fort peu d'intérêt, aussi serai-je très bref à son sujet.

Les lèvres, qui sont d'une extrême sensibilité, sont constituées par un bourrelet creux que forme la peau en se pinçant au niveau du bord des intermaxillaires et des os de la mâchoire inférieure. La bouche est très grande, mais ne présente d'autre particularité que la disposition des dents dont il a été question à propos du squelette.

Le *tube digestif* s'étend en droite ligne jusqu'à l'anus ; il se compose de trois portions qu'on peut appeler : *œsophage*, *estomac* et *rectum*.

L'œsophage (pl. XXVII, fig. 1, 2 et 5, *œs*) arrive jusqu'au niveau de l'espace inter-ventousaire ; sa partie antérieure présente à sa face interne des plis longitudinaux parallèles, très saillants, au nombre de dix à douze, qui deviennent régulièrement sinueux et vont en serpentant jusqu'au sphincter puissant, qui se trouve entre l'œsophage et l'estomac (fig. 1 et 2, *es*). Ce dernier s'étend jusqu'au niveau de la frange de la ventouse postérieure ; il est extrêmement dilatable. A l'état de vacuité, il a une paroi très épaisse, couverte de plis saillants, longitudinaux, fréquemment anastomosés de façon à former de nombreuses cellules ; lorsqu'il se dilate beaucoup, tous ces plis disparaissent. Après le sphincter, qui le limite postérieurement, vient le rectum (fig. 1 et 2, *r*), qui est court, mince, et présente seulement quelques légers plis. L'anus est entouré d'un certain nombre de prolongements de la peau, coniques, pigmentés, disposés en couronne autour de lui.

Les appendices pyloriques font complètement défaut.

Foie. — Il est formé de deux lobes inégaux, l'un à droite, l'autre à gauche, reliés au canal de Cuvier par une veine hépatique (fig. 1 et 2, *vh*).

Le lobe droit (*gl*), de beaucoup le plus grand, s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure du tube digestif; il est convexe en dessous, concave en dessus, atténué à ses deux extrémités, et présente un lobule sur son bord interne.

Le gauche (*pl*), quatre ou cinq fois moins volumineux que le premier, commence au même niveau que lui, mais s'étend beaucoup moins loin ; il présente aussi un lobule. Plusieurs vaisseaux réunissent son bord interne au lobe droit (fig. 2).

Vésicule biliaire. — Elle est volumineuse (fig. 1 et 2, *v*), située à droite de l'estomac, au-dessus de la rate, en dedans du lobe droit du foie. Son extrémité antérieure est coiffée par le gros lobe pancréatique central (fig. 1, *mp*).

Rate. — Cette glande, de même volume à peu près que la vésicule biliaire, est située au-dessus de cette dernière entre le foie en dehors et l'intestin en dedans ; un feuillet péritonéal renfermant des glandules pancréatiques la recouvre du côté externe (fig. 2, *r*).

Pancréas. — Le pancréas du *L. Gouanii* est très développé, et, quand on ouvre un de ces animaux, on aperçoit immédiatement, sans dissection aucune, plusieurs de ses lobes (pl. XXVII, fig. 1, *p*, *mp*). Sa disposition correspond tout à fait à la description schématique que donne Legouis[1] du pancréas des Téléostéens, quand il ramène les trois formes de Stannius à une seule.

Cette glande contracte avec les veines intestinales des rapports tellement étroits que, pour faire comprendre sa description, je suis forcé d'anticiper sur le chapitre de la circulation en donnant rapidement un aperçu de la disposition de ces veines.

Le sang de l'intestin est ramené à la veine porte par quatre voies principales : la première est une grande veine mésaraïque, située à la face dorsale de l'intestin (fig. 3, *av*) ; au niveau de la veine porte, elle reçoit une autre veine qui lui apporte le sang du côté gauche du tube digestif (fig. 3, *p*), c'est la deuxième voie ; la troisième est

[1] Le Père Legouis, *Recherches sur les tubes de Weber et sur le pancréas des poissons osseux*. Paris, 1873.

constituée par deux ou trois grosses veines, accompagnées d'autres plus petites, qui rapportent le sang de la face inférieure de l'estomac (fig. 1, *ves*); enfin, quelques veinules proviennent de la face dorsale de l'œsophage.

Voyons maintenant quels rapports affecte le pancréas avec ces différents vaisseaux.

a. La première veine a de très nombreuses racines à la face dorsale de l'intestin, et ces racines sont satellites des ramuscules de la grande artère intestinale. Chaque trajet artério-veineux est couvert d'un lobule pancréatique, qui vient se souder au grand lobe recouvrant la veine mésaraïque et l'artère intestinale (fig. 3, *av*).

b. Au niveau de l'extrémité postérieure de la rate, la grande veine mésaraïque reçoit celle qui lui apporte le sang du côté gauche de l'intestin (*p*). Chacun de ses capillaires d'origine est largement frangé par un lobule pancréatique aplati, et la veine elle-même court au milieu d'une lame pancréatique très large (fig. 1 et 2, *p*), qu'on voit au premier coup d'œil en ouvrant l'animal. Cette lame se continue avec le lobe qui recouvre la veine mésaraïque.

c. Les veines qui rapportent le sang de la portion inférieure de l'estomac (fig. 1, *ves*) sont empâtées, à leur bout central, dans une grosse masse de pancréas qui coiffe la partie antérieure de la vésicule du fiel et s'étend transversalement au-dessous de la rate, entre la vésicule et l'intestin (fig. 1, *mp*). Elle est en continuité de substance avec les deux autres, et de beaucoup la plus importante.

d. Les autres lobules pancréatiques sont disposés sur la patte d'oie formée par les artères viscérales, sur les veines afférentes du système porte, qui vont à la partie antérieure du lobe droit du foie ; enfin, sur les veines qui rapportent le sang de la partie supérieure de l'œsophage.

VII

SYSTÈME CIRCULATOIRE.

Ce paragraphe se divise naturellement en deux parties : I, Système artériel ; II, Système veineux. Je vais les examiner successivement, en passant rapidement sur tout ce qui n'a pas trait à l'appareil ventousaire.

I. *Système artériel.* — A. *Veines branchiales.* — En sortant des branchies, les veines branchiales se dirigent d'arrière en avant et de dehors en dedans. La première (pl. XXVII, 1, fig. 3) change brusquement de direction et s'abouche avec la seconde (2) ; la troisième (3) s'incurve légèrement et reçoit l'anastomose de la veine de la demi-branchie (4), de sorte que de chaque côté se trouvent constitués deux troncs veineux dans lesquels circule le sang venant des trois branchies et demie.

Ces quatre vaisseaux se dirigent tous d'avant en arrière et de dehors en dedans, en convergeant vers l'angle postérieur droit du corps de la première vertèbre ; là, ils se réunissent et forment l'aorte, qui se divise immédiatement en six branches : deux impaires (artère viscérale, aorte proprement dite) et quatre paires (artères sous-clavières, artérioles allant au rein).

Avant d'étudier ces vaisseaux, je vais m'occuper de ceux qui naissent directement sur les veines branchiales ; ce sont : l'*artère hyoïdienne* et la *carotide primitive.*

L'*artère hyoïdienne* (pl. XXVII, fig. 3, *ah*) prend naissance sur la première veine branchiale ; elle passe au-dessus de l'hyoïde, le suit, se dirige vers le haut et donne un petit rameau à la région operculaire ; ensuite, elle se rend à la branchie operculaire (*bo*) et finalement s'anastomose avec la carotide primitive (*cp*) ou avec une de ses branches principales. La branchie operculaire est en dérivation sur l'artère hyoïdienne.

L'artère qui se rend au sterno-hyoïdien naît sur la deuxième veine branchiale.

La *carotide primitive* (*cp*) prend toujours naissance sur la partie antérieure de la courbe que décrit la première veine branchiale ; elle se bifurque, son rameau externe volumineux représente très vraisemblablement l'artère faciale, tandis que l'interne, plus petit (*ci*), est la *carotide interne*.

La carotide interne est d'une étude très difficile, parce que ses rameaux extrêmement petits, sont variables dans leur disposition, et s'anastomosent rapidement avec les veines dans certaines régions, ce qui rend souvent les injections très difficiles à interpréter. Voici une disposition assez commune que j'ai pu constater avec la plus entière certitude : la carotide externe, après avoir reçu l'anastomose de l'artère hyoïdienne, se bifurque, sa branche externe se dédouble immédiatement (*ci*) et suit le bord externe du sphénoïde ; elle va se perdre vers l'angle antéro-interne de l'œil. La branche interne passe au-dessus du sphénoïde, dans la cavité crânienne, et, au niveau du bord antérieur des nerfs optiques, s'anastomose avec une branche venue de l'autre carotide (*ca*). Cette anastomose représente, à n'en pas douter, la partie antérieure du *circulus cephalicus ;* mais elle a lieu dans l'intérieur du crâne, et très loin du point où on l'observe d'ordinaire. Elle n'est pas constante, ou du moins ne paraît pas l'être, car sur certains individus on ne peut réussir à déceler sa présence.

De l'arc anastomotique partent deux petits vaisseaux : le premier, interne, s'anastomose très nettement avec un capillaire *volumineux* de la veine cérébrale (ce qui explique qu'on puisse injecter le système veineux en poussant dans l'aorte, et le système artériel en poussant dans une cardinale) ; le second, externe, moins constant, se rend à l'œil dans lequel il entre près du point de pénétration du nerf optique.

Ces détails se voient sur la figure 3, pl. XXVII ; le cercle céphalique seul porte une lettre (*ca*).

B. *Artère viscérale.* — Elle naît au point même où se réunissent les veines branchiales (pl. XXVII, fig. 1, 2 et 3, *av*), et au même ni-

veau qu'elle se trouvent les artérioles qui vont au glomérule de l'appendice rénal (*ar*).

L'artère viscérale donne d'abord un rameau à la face dorsale de l'œsophage, puis se divise en deux branches au niveau de la rate : l'une se rend à la face inférieure de l'estomac et au pancréas ; l'autre suit la grande veine mésaraïque (*av*) et se distribue à la face dorsale de l'intestin. L'artère viscérale donne aussi une artère splénique et de fins rameaux à la vésicule du fiel.

C. *Aorte proprement dite.* — Elle ne présente rien de particulier à signaler ; elle adhère très peu à la colonne et très peu aussi au rein, ce qui rend son injection moins difficile. Les glandes génitales et la vessie ne reçoivent pas leur sang de l'artère viscérale, mais de l'aorte (pl. XXVII, fig. 3 et 5, *ao*).

D. *Artère sous-clavière.* — Elle prend naissance un peu après l'artère viscérale (fig. 3, *asc*), en avant de l'anastomose des deux ganglions du grand sympathique. Elle donne, en avant, une artériole qui se divise en deux branches : l'interne pénètre dans la boîte crânienne et l'externe se rend au muscle huméro-mastoïdien ; un peu après, elle fournit un petit vaisseau qui nourrit le muscle huméro-occipital. En arrière de la branche qui entre dans le crâne, se détache une artériole pour le tube digestif.

Après avoir donné ces petites branches, l'artère sous-clavière s'enfonce entre la portion D du grand latéral du tronc et l'huméro-pharyngien ; elle fournit quelques rameaux au premier de ces muscles, continue à se diriger en dehors et se trouve bientôt à la face interne de l'adducteur de la pectorale, auquel elle envoie de petits vaisseaux, ainsi qu'au muscle de la petite pectorale. A partir de là, elle décrit une courbe à convexité externe et postérieure, et vient apparaître à l'extérieur dans l'espace inter-ventousaire, un peu en dedans des rayons les plus inférieurs de la pectorale et un peu en arrière du dernier rayon de la ventrale (pl. XXVII, fig. 4, *asc*). Pendant tout son trajet dans la paroi latérale du corps, l'artère sous-clavière suit le plexus nerveux destiné à la pectorale et donne aux

muscles de cette nageoire de nombreux vaisseaux, sur lesquels je ne m'arrêterai pas. Au moment où elle devient visible dans l'espace inter-ventousaire, elle fournit un petit rameau (*ap*) qui se divise en deux ramuscules : l'un va au muscle abducteur de la pectorale, l'autre à ses rayons les plus inférieurs; ensuite elle se bifurque, le tronc antérieur se rend à la ventouse antérieure, l'autre à la postérieure (*avp*).

L'*artère de la ventouse antérieure* se divise en deux branches : la première (*av'*) se dirige en avant, passe dans le V que forment les rayons de la ventrale à leur base, envoie des artérioles à ces rayons et se perd dans le bord antérieur de la ventouse ; la seconde a une direction presque perpendiculaire à celle de la première (*av*) et s'enfonce dans la masse musculaire motrice des rayons.

L'*artère de la ventouse postérieure* (*avp*) passe en dedans du muscle *r* et disparaît entre lui et le muscle *x*, de sorte que, pour la suivre, il faut enlever le plafond de la cavité générale. Quand on fait cette dissection, l'artère qui nous occupe apparaît entre le grand latéral du tronc et le muscle *w;* elle se dirige en arrière, en suivant le bord du premier de ces muscles, passe au-dessus du vide triangulaire laissé entre les muscles *x*, *z* et *q*, et là donne des branches à l'adducteur des coracoïdiens postérieurs, au muscle *x* et au grand latéral. Bientôt elle atteint le point où le sixième nerf spinal disparaît sous le grêle inférieur du tronc, passe au-dessous de lui et donne alors plusieurs branches importantes : une au muscle *z*, une autre plus loin, au bord postérieur de la ventouse postérieure; enfin, une troisième, au bord latéral de cette ventouse.

Ensuite l'artère de la ventouse postérieure se continue en arrière, en restant comprise entre les deux muscles du tronc, grêle inférieur et grand latéral, auxquels elle fournit de nombreux capillaires. En résumé, elle fournit des rameaux :

1° A l'adducteur des coracoïdiens postérieurs (*y*) et au muscle *x ;*

2° Au bord latéral de la ventouse;

3° Au muscle *z ;*

4° Au bord postérieur de la ventouse;

5° Au grand latéral et au grêle du tronc.

II. *Système veineux.* — J'étudierai successivement les parties suivantes : A, Système veineux rachidien ; B, Veine porte rénale ; C, Canaux de Cuvier; D, Cœur et artères branchiales; E, Système de la veine porte hépatique.

A. *Système veineux rachidien.* — Il comprend les différents vaisseaux qui donnent naissance aux veines cardinales antérieures et postérieures.

a. Les *cardinales antérieures* résultent de la coalescence de deux gros troncs veineux, qui sont eux-mêmes formés par la réunion de deux vaisseaux; il y a, en un mot, quatre veines principales qui concourent à la formation de la cardinale antérieure. Ce sont :

1° La *veine du releveur de la mâchoire*, qui prend naissance dans ce muscle et chemine au-dessus de l'abaisseur de l'arcade palato-tympanique ;

2° La *veine de la mâchoire inférieure,* qui suit la branche nerveuse située dans les os de la mâchoire, arrive sur le plancher de l'orbite, s'applique à la face interne du releveur de la mâchoire et vient s'anastomoser avec la précédente en formant un gros tronc (fig. 3, *vm*) qui se dirige transversalement de dehors en dedans;

3° La *veine ophthalmique,* qui sort du globe de l'œil en s'accolant au nerf optique (*voc*) ;

Et 4° la *veine cérébrale*, qui prend naissance à la face inférieure des lobes inférieurs en s'anastomosant avec celle du côté opposé un peu en avant de l'hypophyse (pl. XXVII, fig. 3, en arrière de la lettre *ch*), se porte en dehors en cheminant à la face supérieure du sphénoïde, et se réunit à la précédente en formant un tronc volumineux (*tc*).

Ce dernier se dirige de dedans en dehors et s'anastomose avec celui dont j'ai parlé plus haut (*vm*) pour former la *veine cardinale antérieure*[1] (fig. 3, *cat*, et fig. 5, *ca*), qui sort du crâne par le trou de la grande

[1] Il n'y a pas trace de bulbe ou sinus ophtalmique.

aile du sphénoïde, décrit une grande courbe à concavité interne, arrive au niveau de l'articulation du crâne avec la première vertèbre, et, se portant droit en arrière, atteint le rein au niveau du milieu de cette vertèbre.

Elle ne se ramifie pas dans le rein, mais poursuit son trajet dans sa substance en restant à égale distance de ses deux bords et, après un très court trajet, atteint le canal de Cuvier (fig. 3 et 5, *cc*).

b. Les *cardinales postérieures* sont très inégales; la droite (fig. 5, *cd*), qui est de beaucoup la plus volumineuse, se trouve sur le prolongement de la veine caudale (*vc*) et se porte très légèrement à droite au niveau où le rein se bifurque, c'est-à-dire vers la dixième vertèbre.

Elle forme le bord interne du rein jusqu'à la quatrième vertèbre; là, elle oblique de façon à venir occuper le milieu de cet organe et atteint bientôt la cardinale antérieure droite au point même où se branche le canal de Cuvier (*cc*).

La *cardinale gauche*, beaucoup moins volumineuse que la droite, s'en sépare au sommet de l'angle que forment les deux lobes du rein et occupe, comme elle, le bord interne de cet organe; mais souvent elle pénètre dans l'intérieur de sa substance, de sorte qu'elle semble interrompue une ou deux fois. Son trajet est absolument symétrique de celui de la cardinale droite (*cg*).

Les deux cardinales n'ont pas d'anastomoses transversales, comme cela arrive si souvent.

B. *Veine porte rénale. — Système afférent.* — Les veines afférentes du système porte rénal proviennent des *glandes génitales*, de la *vessie*, des *muscles du tronc*, des *pectorales* et de l'*encéphale*.

1° Les veines des *glandes génitales* et de la *vessie* n'offrent rien de particulier à considérer; elles se jettent dans la partie postérieure, simple du rein.

2° Les veines *intercostales* (*vi*) apportent au rein une grande quantité de sang; leur disposition ne diffère pas de celle qu'on rencontre d'ordinaire.

3° Le sang des pectorales est conduit au rein par deux veines qui affectent la disposition suivante :

La plus antérieure aborde le rein au niveau même du canal de Cuvier (fig. 3 et 5, *vop*) ; elle est formée par deux vaisseaux : l'un qui rapporte le sang venant de la région operculaire, de l'abaisseur de l'opercule et de l'huméro-mastoïdien ; l'autre, le sang qui a nourri l'abducteur de la pectorale. Ces deux vaisseaux se réunissent et, au point où ils s'abouchent, viennent se rendre des veines qui provienent des muscles scapulo-huméral et huméro-occipital. Le gros tronc veineux, qui résulte de cette coalescence, chemine entre l'huméro-mastoïdien et l'huméro-occipital, et, comme je l'ai déjà dit, se jette dans le rein au niveau de l'origine du canal de Cuvier.

L'autre vaisseau, postérieur par rapport au premier (fig. 5, *vp'*), ramène le sang de l'adducteur de la pectorale, du muscle de la petite pectorale et de la portion D du grand latéral; il chemine d'arrière en avant, entre la pectorale et le grand latéral, en suivant le trajet du plexus nerveux, et se jette dans le rein au niveau de l'articulation des deuxième et troisième vertèbres.

4° Le sang des parties postérieures de l'encéphale est amené au rein par une veine qui sort du crâne en même temps que le pneumogastrique, et entre dans cette glande presque en même temps que la cardinale antérieure.

Système efférent. — Le sang passe directement du réseau capillaire rénal dans les cardinales postérieures.

C. *Canaux de Cuvier et veines hépatiques.* — Les canaux de Cuvier prennent naissance sur les veines cardinales (fig. 3 et 5, *cc*), au point même où les antérieures s'abouchent avec les postérieures; ils sont d'un très gros calibre, convexes en dehors, concaves en dedans, et contenus dans un plan perpendiculaire à la colonne vertébrale, passant par le milieu de la seconde vertèbre. Ils sont appliqués sur les côtés du tube digestif et se jettent directement dans l'oreillette, car *il n'y a pas de sinus de Cuvier.*

Au point même où ils débouchent dans l'oreillette, chacun d'eux

se réunit à l'une des deux *veines hépatiques* (pl. XXVII, fig. 1, 2 et 5, *vh*), qui sont deux très gros vaisseaux courts, correspondant aux deux lobes du foie (fig. 1).

Les canaux de Cuvier et les veines hépatiques reçoivent un certain nombre de vaisseaux très importants qui proviennent de la pectorale, des ventouses, de l'appareil respiratoire et du tube digestif.

1° Une partie du sang de l'adducteur de la pectorale est ramené au cœur par une veine qui se jette, tantôt dans la veine hépatique, tantôt dans le canal de Cuvier, tantôt dans l'intervalle de ces deux vaisseaux (fig. 5, *vp*).

2° Le sang des *ventouses* retourne au cœur *sans passer par le rein;* la veine qui le contient prend naissance dans la frange de la ventouse postérieure par de fins ramuscules (*vvp*); d'autres venus des muscles grêles du tronc, de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs et du muscle *z*, se joignent à eux, et un vaisseau d'assez gros calibre se trouve constitué de chaque côté du corps, au niveau de l'extrémité postérieure du squelette des ventrales. A partir de là, il suit le sillon qu'on aperçoit sur le plancher de la cavité générale, entre le grand latéral en dehors, et l'appareil musculaire compliqué de la ventouse antérieure en dedans. Il parvient ainsi au point où les deux masses D du grand latéral arrivent presque au contact (pl. XXVI, fig. 2, *q*) et se jette dans la veine hépatique, située de son côté (pl. XXVII, fig. 5, *vv*). Pendant son trajet, il reçoit des rameaux veineux qui proviennent du grand latéral, des muscles *x* et *vv*, du releveur des rayons, de l'adducteur des rayons osseux de la ventrale, de la marge de la ventouse antérieure et des rayons de cette ventouse.

3° Dans chaque muscle génio-hyoïdien naît une veine hyoïdienne, qui se dirige d'avant en arrière et se réunit bientôt à son homologue du côté opposé (fig. 5), après avoir reçu un fin rameau capillaire de la première branchie (veine de Duvernoy). La veine unique, constituée par l'anastomose des deux hyoïdiennes, passe au-dessus de la première artère branchiale, puis au-dessous du tronc commun des

trois dernières, longe le côté droit du bulbe et du ventricule, et vient se jeter dans le canal de Cuvier droit (*vd*), en dehors du péricarde. Pendant ce trajet, elle reçoit de chaque côté une petite veine de la deuxième branchie, une veine péricardique unique, plusieurs fins rameaux du sterno-hyoïdien et quelques branches provenant du pharynx.

Je crois que ce système veineux hypobranchial représente le système de Duvernoy, quoique je n'aie pu réussir à voir les vaisseaux des deux branchies postérieures.

Quelquefois, la veine que je viens de décrire, au lieu de se trouver à droite, est située à gauche. Toujours on rencontre du côté opposé à celui sur lequel elle est située, un tout petit vaisseau qui ramène le sang de la moitié du plancher branchial et de la moitié de l'œsophage qui lui correspond.

4° Au-dessous du point où vient se jeter dans le canal de Cuvier la veine (*vp*) qui rapporte le sang de l'adducteur de la pectorale, vient déboucher un petit vaisseau qui contient le sang de la région latérale antérieure du tube digestif (fig. 5).

D. *Cœur et artères branchiales.* — Le *cœur* en lui-même n'offre rien de particulier à signaler. Il se trouve à la face inférieure de l'appareil branchial et digestif, au-dessus du muscle sterno-hyoïdien.

Le bulbe artériel est situé au niveau de la fente branchiale postérieure (fig. 5, *ba*), il se trifurque ; le tronc médian donne naissance aux artères des branchies de la paire antérieure et chaque tronc latéral aux artères des autres branchies (fig. 5).

E. *Système de la veine porte hépatique.* — *Vaisseaux afférents.* — Ils proviennent du *tube digestif*, du *pancréas*, de la *rate* et de la *vésicule du fiel.*

Les *vaisseaux du tube digestif* consistent en une veine située à sa face supérieure, et en deux ou trois qui occupent sa face inférieure.

La veine de la face supérieure (fig. 2, *av*) prend naissance à la face inférieure par deux rameaux longitudinaux provenant l'un de l'estomac, l'autre du rectum ; elle contourne le sphincter situé entre

ces deux portions, et longe ensuite, d'arrière en avant, le tube digestif qui lui envoie de nombreuses veinules (fig. 2).

Un peu avant d'arriver à l'estomac, cette veine reçoit un gros vaisseau (fig. 2, *vp*) qui rapporte le sang de la face gauche de l'intestin et celui du grand lobe pancréatique, dont toutes ses branches sont couvertes. Le tronc de la veine porte se trouve ainsi constitué; il est situé entre la rate et la vésicule du fiel (*tp*).

A la face inférieure de l'intestin, rampent de très nombreux capillaires qui se rassemblent en deux ou trois veines assez volumineuses (fig. 1, *ves*), se dirigent de gauche à droite et vont se jeter dans le tronc de la veine porte.

Le *sang du pancréas* passe directement dans toutes les branches veineuses qu'il recouvre ; celui de la *rate* est versé dans la veine porte par la veine splénique (fig. 2, *vs*), courte et volumineuse; enfin, le sang qui circule dans le riche réseau capillaire de la *vésicule du fiel* se rend dans le tronc de la veine porte et dans les veines de la face inférieure de l'estomac.

Vaisseaux efférents. — La *veine porte* (fig. 2, *tp*) donne généralement naissance à deux ou trois vaisseaux qui portent le sang au foie. Ils atteignent directement la face inférieure du grand lobe hépatique et leurs branches sont logées dans les sillons qu'il porte à sa surface. Le petit lobe ne reçoit que des veines ayant déjà rampé à la surface du grand lobe (fig. 2) et c'est seulement par ces vaisseaux que ce petit lobe hépatique est rattaché aux viscères abdominaux.

VIII

SYSTÈME RESPIRATOIRE.

L'appareil respiratoire des Lepadogasters ne présente rien d'intéressant à signaler; leurs trois branchies et demie sont constituées comme celles de tous les téléostéens pectinibranches. Il y a cependant un point que je ne veux pas passer sous silence, c'est la façon dont s'exécutent les mouvements respiratoires. La bouche ne s'ouvre

jamais largement comme chez beaucoup de poissons ; elle reste légèrement entr'ouverte et la mâchoire inférieure n'est animée que d'un mouvement presque imperceptible.

L'opercule ne s'écarte que très peu latéralement ; souvent on ne s'aperçoit de ses déplacements qu'en considérant la peau mince qui borde l'ouverture de la cavité branchiale ; enfin, les pectorales sont presque toujours animées de mouvements rythmiques qui ont pour but de créer des courants dirigés d'avant en arrière.

Il me paraît certain que le peu d'étendue des mouvements respiratoires des Lepadogasters contribue à dissimuler leur présence sous les cailloux qui leur servent d'abri et de cachette.

IX

SYSTÈME NERVEUX.

Dans le présent chapitre, je considérerai successivement : I, *l'encéphale ;* II, *les nerfs cérébraux ;* III, *les nerfs spinaux ;* IV, *le grand sympathique.*

I. *Encéphale.* — L'étude complète de l'encéphale m'entraînerait beaucoup au delà des limites dans lesquelles je suis forcé de rester ; car, si on la faisait en détail, elle formerait à elle seule un gros volume. Je ne m'occuperai donc ici que de l'*extérieur de cet organe* et de ses *ventricules.*

Les *lobes olfactifs* sont très petits, sessiles, accolés intimement sur la ligne médiane ; ils coiffent l'extrémité antérieure de l'hémisphère auquel ils correspondent, en restant en dedans de son axe antéro-postérieur (pl. XXVIII, fig. 1, *lo*).

Les *hémisphères* cérébraux (fig. 1, 2, 3, *h*) sont allongés d'avant en arrière, leur forme se rapproche de celle d'un triangle à sommet antérieur et à côtés fortement convexes en dehors. A la face inférieure, ils ne sont pas séparés par un sillon médian. Les hémisphères sont plus gris que le reste du cerveau, absolument dépourvus de circonvolutions, pleins et confluents dans leur partie postérieure. Le pont

qui les réunit est situé tout au fond du sillon qui les sépare sur la face supérieure et renferme quelques faisceaux de fibres commissurales.

Les *lobes optiques* (fig. 1, 2, 3, 12, 13, *lo*), situés immédiatement derrière les hémisphères cérébraux, sont plus volumineux que ces derniers et affectent à peu près une forme de losange à angles arrondis et à côtés convexes en dehors. Leurs bords internes ne sont pas appliqués l'un contre l'autre dans toute leur longueur; ils sont seulement tangents vers leur partie médiane. En avant, ils contribuent à former le quadrilatère à côtés convexes en dedans, qui occupe l'intervalle situé entre les hémisphères et les lobes optiques; en arrière, ils forment les deux côtés antérieurs du triangle complété par le bord antérieur du cervelet. Le fond de ce triangle est constitué par une membrane mince en continuité de substance avec les couches les plus superficielles des lobes optiques et du cervelet[1]. Les coupes montrent nettement que la moitié superficielle de cette membrane est constituée par des fibres et la moitié profonde par des myélocites. Chacune de ces couches est en continuité avec les couches correspondantes des lobes optiques.

Sur les côtés, les lobes optiques débordent notablement les lobes inférieurs qui sont situés exactement au-dessous d'eux, et, quand on examine l'encéphale par la face inférieure, on voit, avec la dernière netteté, de chaque côté, le lobe optique se porter en dedans et donner naissance au nerf optique qui se rend à l'œil du côté opposé.

Quand on examine le cerveau en dessus, on n'aperçoit aucune trace d'*épiphyse*, même à la loupe sous un grossissement assez considérable. Les coupes seules peuvent renseigner exactement sur la façon dont se comporte cet organe intéressant chez le *Lepadogaster Gouanii* (pl. XXVIII, fig. 8, 9, 10, 11, *ep*), elles montrent que ce

[1] D'après Baudelot (*Étude sur l'Anatomie comparée de l'encéphale des poissons*, Strasbourg, 1869, p. 38), un semblable triangle, limité en avant par les lobes optiques et en arrière par le cervelet, existe dans le hareng, l'alose, le barbeau et la carpe.

corps fait très peu saillie dans l'espace quadrangulaire ménagé entre les hémisphères et les lobes optiques. Les coupes que j'ai faites dans l'encéphale du *Lepadogaster Gouanii* sont espacées de $0^{mm},015$; cinq de ces coupes intéressent la glande pinéale ; son diamètre antéro-postérieur est donc de $0^{mm},075$; son diamètre transversal n'est que de $0^{mm},070$.

Dans la coupe la plus postérieure (fig. 11) la glande pinéale se montre comme formée par une masse pyriforme, absolument sessile, profondément située entre les deux lobes optiques (*lo*). En ce point, elle est absolument invisible de l'extérieur, car elle est cachée par ceux-ci. Au-dessous d'elle se trouve le troisième ventricule (*tv*), et de chaque côté la partie tout à fait antérieure du ventricule des lobes optiques (*vlo*).

Dans la coupe située à $0^{mm},030$ en avant de la précédente (fig. 10), la glande pinéale est plus volumineuse et moins profondément située ; le troisième ventricule est plus large.

La coupe suivante, distante de la dernière de $0^{mm},015$, montre qu'à ce niveau l'épiphyse, située de plus en plus superficiellement, fait saillie entre les deux lobes optiques et devient visible sur la face supérieure de l'encéphale. Au-dessous d'elle, se trouve le troisième ventricule et de chaque côté un faisceau de fibrilles nerveuses (*cm*) qui constitue la *commissure grêle*.

La dernière coupe (fig. 8), plus antérieure que toutes les autres, fait voir qu'en cette région l'épiphyse est encore plus superficielle que dans la précédente. Elle est située immédiatement au-dessus de la *commissure grêle* (*cm*) qui met en communication les deux *tubercules pédonculaires* (*tp*) situés respectivement au-dessus de chacun des pédoncules cérébraux (*pc*).

En ce point, le troisième ventricule est très large (*ti*); vers le bas, il s'amincit tellement que les parois internes des pédoncules arrivent au contact, mais laissent entre eux un intervalle virtuel. Plus bas, cet intervalle redevient réel et c'est par cette longue fente que le troisième ventricule communique avec l'infundibulum qui est situé

à une certaine distance en arrière des parties intéresssées par la coupe de la figure 8.

Quant à la structure de l'épiphyse, elle est la suivante : une très mince membrane l'entoure et sa substance renferme de nombreux noyaux qui paraissent bien être analogues aux myélocites qu'on trouve en si grande quantité dans toutes les parties de l'encéphale. Ces myélocites paraissent disposés sans beaucoup d'ordre, sauf dans le voisinage de la petite cavité dont l'épiphyse est creusée. Cette cavité ne communique pas avec celle du troisième ventricule ; on la distingue nettement sur la coupe représentée dans la figure 10.

En arrière des lobes optiques se trouve le *cervelet*; cet organe se projette horizontalement sous la forme d'une courbe à peu près elliptique, inscrite dans un losange formé antérieurement par les lobes optiques et postérieurement par les lobes supérieurs (*lp*, fig. 3).

Entre le cervelet et les lobes optiques, existe un espace triangulaire dont j'ai déjà parlé. De chaque côté de cet organe existe un autre espace triangulaire limité en avant par le bord postérieur du lobe optique, en dedans par le cervelet et postérieurement par le bord antérieur de la racine postérieure du trijumeau (fig. 3).

Le cervelet ne présente pas de sillon médian et est absolument dépourvu de ventricule. Il s'étend très peu en arrière et n'arrive qu'au niveau de la partie médiane des lobes postérieurs ; le quatrième ventricule est par conséquent largement ouvert postérieurement. En avant, le cervelet se continue avec l'éminence lobée du plancher des lobes optiques comme le démontrent les coupes d'une façon indiscutable.

La partie du *quatrième ventricule* non recouverte par le cervelet se présente comme un espace allongé d'avant en arrière dont les lèvres supérieures, rapprochées en avant, sont formées par un bourrelet de substance blanche (fig. 3). Quand on écarte ces lèvres avec précaution, on aperçoit le plancher du quatrième ventricule qui présente les particularités suivantes : sur la ligne médiane se trouvent deux minces cordons blancs (fig. 6) parallèles, contigus ; perpendiculaire-

ment à ces deux cordons, sont disposées six bandes blanches qui alternent avec six bandes gris pâle, de telle sorte que l'aspect du plancher du quatrième ventricule est à peu près celui que j'ai essayé de représenter dans la figure 6.

Les *pyramides postérieures* de la moelle allongée portent chacune à leur face supérieure un îlot de substance d'un blanc éclatant. Chacun de ces îlots se termine en pointe en avant et se prolonge en arrière sur les cordons postérieurs de la moelle (fig. 3).

En avant, les pyramides se renflent au niveau de la partie postérieure du cervelet pour former les *lobes supérieurs*. Ceux-ci ne se rejoignent pas sur la ligne médiane au-dessus du quatrième ventricule, comme cela a lieu souvent chez les Téléostéens. La racine postérieure de la cinquième paire de nerfs cérébraux est directement en continuité avec le lobe postérieur correspondant.

A la face inférieure de l'encéphale, se trouvent les *lobes inférieurs* sous-jacents aux lobes optiques. Ils sont absolument confluents *antérieurement*, tandis que postérieurement ils sont séparés l'un de l'autre par toute la largeur du sac vasculaire (fig. 2, *l'*); c'est le contraire de ce qui a lieu ordinairement. Leur largeur est moindre que celle des lobes optiques qu'on aperçoit autour d'eux quand on regarde l'encéphale en dessous.

Vers le centre de l'ensemble formé à la face inférieure du cerveau par les lobes inférieurs, se trouve un petit corps arrondi, globuleux, enfoncé dans la masse nerveuse à laquelle il est fixé ; c'est l'*hypophyse* (fig. 2 et 12, *hyp*).

Quand on examine un cerveau frais, elle est assez difficile à apercevoir, mais l'acide osmique décèle sa présence immédiatement. Elle ne mesure que $0^{mm},28$ à $0^{mm},30$ de long, et son diamètre transversal est un peu inférieur à cette dimension.

L'hypophyse est, comme je l'ai dit, légèrement enfoncée dans la substance des lobes inférieurs (sur les coupes elle paraît très enfoncée, cela tient à ce que l'action des réactifs la fait pénétrer dans le ventricule des lobes inférieurs) et toute la surface de ces lobes

sur laquelle elle s'applique est d'une extrême minceur ; sur les coupes, c'est une membrane à simple contour, tellement délicate qu'elle pourrait facilement passer inaperçue. Cette membrane fait partie du plancher de l'infundibulum sur lequel la glande pituitaire est appliquée. La tige pituitaire n'existe pas, l'hypophyse repose directement sur la face inférieure de l'encéphale sans que j'aie pu voir, même sur de bonnes coupes transversales et longitudinales, comment ce corps est en continuité de substance avec le cerveau.

Au centre de l'hypophyse se trouve une cavité plus ou moins irrégulière simple ou un peu rameuse, limitée par une couche épaisse de fibres orientées dans des directions diverses ; cette couche forme comme un noyau de substance blanche au centre du corps pituitaire. A la surface se trouve une épaisse couche de cellules dont les noyaux très rapprochés sont plus volumineux que les myélocites.

La cavité centrale de l'hypophyse est close, elle ne communique pas avec le ventricule des lobes inférieurs.

En arrière du corps pituitaire, entre les lobes inférieurs (on a vu plus haut qu'ils sont séparés postérieurement), se trouve *le sac vasculaire* qui tantôt est assez éloigné du bord postérieur de l'hypophyse, tantôt au contraire lui est tangent. Cet organe affecte la forme d'un triangle à angles arrondis dont les deux côtés antérieurs sont concaves en dehors et le côté postérieur convexe (pl. XXVIII, fig. 2, 13, *sv*). Il est plus épais en avant qu'en arrière ; antérieurement, il ne fait pas saillie, car il est enfoncé entre les lobes inférieurs, tandis que postérieurement il est appliqué à la face inférieure de la moelle allongée.

Le sac vasculaire est creusé d'une cavité très compliquée (*csv*, fig. 12) dont la paroi est formée par des cellules qui paraissent assez analogues à celles qu'on observe dans d'autres parties du cerveau. En dehors de cette paroi cellulaire se trouvent de nombreux vaisseaux qui donnent à l'organe la couleur rouge qu'on lui connaît.

Pour rendre plus claire la description des *ventricules* du cerveau, je m'occuperai d'abord du ventricule des lobes optiques, qui est mieux circonscrit que les autres et dont la connaissance est facile à acquérir.

Chacun des lobes optiques est creusé d'une cavité considérable plus ou moins profonde suivant les points où on l'examine. Les cavités des deux lobes communiquent largement entre elles sur la ligne médiane; cependant, cette communication n'a pas lieu sur toute l'étendue de leur dimension antéro-postérieure, de sorte que le *ventricule des lobes optiques* est notablement étranglé dans son plan de symétrie.

Je n'ai pas disséqué ces lobes, mais l'étude des coupes transversales et longitudinales de l'encéphale me permettra de donner quelques détails sur les organes qui occupent le plancher et le plafond du ventricule optique.

La partie médiane et postérieure du plancher est formée par l'*éminence lobée* (fig. 13, *el*), prolongement du cervelet dans la cavité des lobes optiques. De chaque côté se trouvent les *renflements se-semi-lunaires;* ils émettent du côté externe des paquets de fibres qui percent la couche de myélocites du plafond optique et se placent à la face supérieure de cette couche; ce sont les faisceaux de la couche rayonnante.

Le plafond du ventricule optique est formé par une épaisse couche de myélocites. Au niveau de l'extrémité antérieure de l'éminence lobée cette couche donne naissance à deux petits bourrelets qui se dirigent en avant en devenant de plus en plus gros.

Le diamètre de ces bourrelets, qui pendent du plafond optique, devient tellement considérable qu'ils finissent par se souder au plancher du ventricule et par former une cloison verticale, médiane, épaisse, qui divise la partie antérieure de ce dernier en deux culs-de-sac. Dès leur origine ils renferment un axe de substance blanche en continuité avec celle qui recouvre la couche de myélocites des lobes optiques. Il ne me semble pas douteux qu'ils représentent ce

que Baudelot[1] a décrit sous le nom de *lame commissurale* dans son chapitre relatif aux lobes optiques.

Immédiatement en arrière de cette lame commissurale, le plancher du ventricule optique est plan, mais il se creuse bientôt d'un sillon profond qui se continue sous l'éminence lobée en constituant un canal qui n'est autre chose que l'*aqueduc de Sylvius* (pl. XXVIII, fig. 13, *as*); ce dernier, très étroit sous l'éminence lobée, s'élargit en arrivant sous le cervelet et constitue en ce point le *quatrième ventricule* (fig. 3, *qv*, fig. 6).

Le sillon profond et médian du plancher optique se continue aussi en avant, et à peu de distance du point où la lame commissurale se soude à ce plancher, il s'enfonce de haut en bas et d'arrière en avant, en constituant un canal fermé très court: *l'aqueduc antérieur*. Cet aqueduc passe au-dessous de la partie antérieure de la lame commissurale et au niveau de la partie antérieure de l'hypophyse, il débouche dans le *troisième ventricule*.

Le troisième ventricule offre une forme particulière que je vais essayer de décrire en peu de mots. Il est extrêmement aplati dans le sens latéral, mais très étendu dans le sens vertical. L'aplatissement qu'il a subi intéresse surtout sa région médiane ; de sorte que sur les coupes transversales de l'encéphale, il paraît comme pincé en son milieu, et ce pincement est tellement considérable que ses deux parois latérales, constituées surtout par les pédoncules cérébraux, sont en contact sur une grande portion de leur étendue. En bas et en haut, au contraire, la cavité du troisième ventricule, au lieu d'être virtuelle, est réelle et assez considérable ; mais dans chacune de ces régions, elle affecte la forme d'un canal à grand axe longitudinal (pl. XXVIII, fig. 8, *tv*, *tv*).

Nous avons vu qu'en arrière le troisième ventricule communique avec le ventricule optique par l'intermédiaire de l'aqueduc antérieur qui est très court ; en avant, il s'ouvre largement dans l'intervalle

[1] Baudelot, *loc. cit.*, p. 40.

qui règne entre les deux hémisphères et qui affecte la disposition suivante : la partie supérieure du troisième ventricule, qui, au-dessous de l'épiphyse, est rétrécie en canal à section losangique, s'élargit brusquement et n'a plus pour plafond que la pie mère ; c'est le commencement de l'intervalle des deux hémisphères. Dans toute cette région, cet intervalle affecte la même forme que le ventricule, c'est-à-dire qu'il est rétréci au milieu par le rapprochement de ses deux parois latérales qui arrivent au contact, mais ménagent inférieurement un canal étroit en continuité avec celui du troisième ventricule, et supérieurement, un très large canal recouvert seulement par la pie mère.

L'intervalle entre les deux hémisphères ne reste pas ainsi constitué dans toute l'étendue de ces organes ; en effet, leur commissure le divise en deux parties : une supérieure large et une inférieure très étroite située au-dessus du chiasma des nerfs optiques.

L'inférieure cesse très rapidement pour se terminer en cul-de-sac, tandis que la supérieure passe au-dessus de la commissure des hémisphères, et, en avant de celle-ci, s'élargit de haut en bas, de manière à intéresser de nouveau toute l'épaisseur verticale de la masse des deux hémisphères, sauf une très mince membrane commissurale qui existe à leur face inférieure.

En arrière et en bas, le troisième ventricule communique largement avec les ventricules des lobes inférieurs par le canal de l'*infundibulum*. Celui-ci mérite d'être décrit avec quelque détail, car ses rapports sont assez complexes.

Dans sa partie antérieure et supérieure, l'infundibulum est aussi aplati que le troisième ventricule, mais il s'élargit inférieurement et surtout postérieurement. L'hypophyse est appliquée sur son plancher et celui-ci, comme je l'ai déjà fait remarquer, est extrêmement mince, de sorte que si l'on n'examine pas les coupes avec beaucoup de soin, on n'aperçoit pas la mince membrane qui sépare la face supérieure de l'hypophyse de la cavité de l'infundibulum (pl. XXVIII, fig. 12, *inf*). Sur les côtés, cette cavité ne dépasse pas l'hypo-

physe ; mais en avant de cet organe, le plancher de l'infundibulum est à nu sur la face inférieure de l'encéphale, derrière le bourrelet de substance blanche qui se trouve situé immédiatement en arrière du chiasma des nerfs optiques. Dans cette région, le plancher de l'infundibulum est aussi mince que dans la région superhypophysaire.

Au niveau de la partie antérieure de l'hypophyse, l'infundibulum s'élargit beaucoup et décrit une courbe à concavité inférieure en contournant la face supérieure de cet organe, dont il dépasse légèrement le bord postérieur.

Chacun des *lobes inférieurs* est creusé d'un ventricule étroit qui commence à une distance de son bord postérieur égale au plus grand diamètre de l'hypophyse. Ce ventricule (pl. XXVIII, fig. 13, *vli*) ne mesure guère que la quinzième partie du diamètre transversal du lobe inférieur et le parcourt d'arrière en avant, en restant à une très petite distance de sa face inférieure, surtout en arrière. Au niveau de la partie moyenne de l'hypophyse, il s'infléchit brusquement en dedans et vient s'ouvrir sur la face latérale de la partie de l'infundibulum, qui contourne le corps pituitaire (fig. 12, *cvi*).

Les tubercules olfactifs, les hémisphères et le cervelet sont complètement dépourvus de cavité.

L'épiphyse est, comme nous l'avons vu, creusée d'une petite cavité close, et l'hypophyse a aussi dans sa région centrale une cavité très étroite plus ou moins irrégulière avec quelques diverticules isolés.

Maintenant que j'ai terminé l'exposé des quelques détails que je voulais donner sur l'encéphale du Lepadogaster, je vais étudier succinctement ses nerfs cérébraux.

II. *Nerfs cérébraux.* — *Olfactif.* — Il naît au sommet du lobe olfactif et se dirige immédiatement en avant et en dehors, en cheminant entre le frontal principal et le sphénoïde (pl. XXVIII, fig. 2, *ol*). Pour se rendre à l'organe de l'olfaction, il perce le frontal antérieur à la base de son apophyse préorbitaire (pl. XXIV, fig. 1).

L'organe de l'olfaction ne présente qu'un point intéressant, ce sont les appendices qui ornent ses deux orifices ; je vais les décrire rapidement.

L'orifice postérieur de la fossette olfactive, qui mesure environ trois quarts de millimètre, se trouve à l'intersection de la tangente au bord antérieur de l'œil et de la tangente à son bord interne ; il est muni d'un petit tube cylindrique aussi long que large (pl. XXIX, fig. 1, 2, *op*). L'orifice antérieur, situé à $1^{mm},5$ du postérieur et très légèrement en dedans de lui (fig. 1, *oa*), porte un tube cylindrique comme ce dernier, mais ce tube est prolongé en deux appendices diamétralement opposés. Celui qui est en avant (fig. 1, *ta*) est court, filiforme, légèrement courbé ; l'autre (fig. 1, *tp*), au contraire, mesure 3 à 4 millimètres de longueur sur 1 millimètre de large et se divise en deux ou trois lanières à son extrémité libre (fig. 1, 2, *tp*) ; c'est un véritable tentacule. Il reçoit un filet de la branche ophtalmique du trijumeau.

Optique. — Les nerfs optiques ne diffèrent pas de ce qu'ils sont chez tous les autres Téléostéens (pl. XXVIII, fig. 1, *op*).

Moteur oculaire commun. — Il sort du cerveau entre le lobe optique et le lobe inférieur (fig. 1, 2, *mc*) ; après avoir cheminé sur une grande partie de sa longueur entre ces deux organes, il marche parallèlement au trijumeau, et, après un court trajet, se divise en quatre rameaux qui se rendent respectivement aux muscles droit supérieur, droit inférieur, droit interne et oblique inférieur. La branche de ce dernier est beaucoup plus longue que les autres.

Pathétique. — Ordinairement, ce nerf a son origine apparente entre les lobes optiques et le cervelet ; dans le *L. Gouanii,* il sort du sillon, qu'on trouve, à la face inférieure du cerveau, entre les lobes optiques et les lobes inférieurs (pl. XXVIII, fig. 1, 2, *p*). Je n'ai pas recherché si son origine réelle est la même que dans les autres Téléostéens.

Le pathétique passe sous l'hémisphère cérébral qui lui correspond, croise le nerf optique né sur le côté du cerveau opposé au sien, puis

la branche ptérygo-palatine du trijumeau, et finalement se rend au muscle oblique supérieur.

Moteur oculaire externe. — Il prend naissance, par deux petites racines sur la moelle allongée, en dehors du sac vasculaire, et en avant de la plus grosse portion de l'acoustique; il se rend au muscle droit externe ou abducteur de l'œil (fig. 2, *mex*).

Trijumeau. — Il naît par deux racines très volumineuses : la première (fig. 3, 4, *tra*), antérieure et inférieure, reste simple et se rend au ganglion de Gasser (fig. 2, *gg*) ; la seconde, postérieure et supérieure, se trifurque, ses deux branches antérieures vont au ganglion de Gasser (fig. 4); la troisième est la racine antérieure du facial (fig. 4, *raf*).

Du ganglion de Gasser partent les différentes branches du trijumeau qui sont : 1° la branche *ophtalmique;* 2° la branche *ptérygo-palatine;* 3° la branche *maxillaire supérieure ;* 4° la branche *maxillaire inférieure;* 5° les branches *anastomotiques se rendant au facial ;* 6° la branche *latérale;* 7° les nombreux *rameaux qui se rendent à la peau.*

1° *Branche ophtalmique.* — Elle naît par deux racines sur le ganglion de Gasser (fig. 4, *oph*). Le nerf qui résulte de l'anastomose de ces deux racines passe sous le frontal principal et apparaît dans l'angle postéro-interne de l'orbite (pl. XXIX, fig. 1, *o*); il se dirige d'arrière en avant, donne un filet nerveux dans l'angle antéro-interne de l'orbite, puis oblique en dedans et se bifurque ; le rameau externe se rend au tentacule de l'orifice olfactif antérieur (pl. XXIX, fig. 1 ; XXVIII, fig. 4, *e*), l'interne passe sous le corps de l'os nasal et se divise en trois branches très ténues qui longent cet os en dedans et vont jusqu'au bout du museau (pl. XXIX, fig. 1 ; XXVIII, fig. 4, *i*).

2° *Branche ptérygo-palatine.* — Elle prend naissance à la face inférieure du ganglion de Gasser et se trouve située juste au-dessous de la précédente (pl. XXVIII, fig. 1, 2, *pp ;* XXVII, fig. 3, *pp*); elle chemine d'abord sur le plancher de l'orbite, en s'appliquant sur la toile fibreuse qui sépare l'œil de l'abaisseur de l'arcade tympanique,

passe au-dessus du ligament palato-vomérien, au-dessous du tubercule du maxillaire supérieur, et se distribue à la peau qui recouvre la face inférieure des os intermaxillaires (pl. XXVII, fig. 3, *pp*).

3° *Branche maxillaire supérieure.* — En se bifurquant, le ganglion de Gasser donne naissance aux deux branches maxillaires du trijumeau, la supérieure en avant, l'inférieure en arrière.

La première de ces deux branches (pl. XXVIII, fig. 1, 2, *mxs;* XXIX, fig. 3, *mxs*) se dirige en dehors et, vers le centre du plancher de l'orbite, se divise en deux gros nerfs : l'interne (pl. XXVIII, fig. 4, *msi*) passe au-dessous de l'extrémité supérieure du maxillaire, marche parallèlement à la ptérygo-palatine, reçoit d'elle un rameau anastomotique volumineux, et, comme elle, se distribue à la peau qui tapisse inférieurement l'intermaxillaire (pl. XXVII, fig. 3); l'externe (pl. XXVIII, fig. 4, *mse*) se rend à la lèvre supérieure.

4° *Branche maxillaire inférieure.* — Celle-ci (pl. XXXIII, fig. 1, 2; XXVII, fig. 3, *mxi*), comme la précédente, est située sur le plancher de l'orbite, mais dans sa partie postérieure; comme elle aussi, elle se divise en deux rameaux, un postérieur et un antérieur.

Le rameau postérieur (pl. XXVIII, fig. 4, *mip*) se distribue au releveur des mâchoires; l'antérieur (fig. 4, *mia*) traverse ce muscle de part en part, arrive à la face interne du squelette de la mâchoire inférieure, la suit d'arrière en avant, passe au-dessous de l'os maxillaire supérieur, et, arrivé à l'os dentaire, s'engage dans le canal dont cet os est creusé.

5° *Branches anastomotiques allant au facial.*— Elles sont au nombre de deux que j'examinerai en parlant du facial.

6° *Branche latérale.* — Elle prend naissance sur la face supérieure du ganglion de Gasser par plusieurs racines (pl. XXVIII, fig. 4, *l*); aussitôt, elle se porte en arrière et s'applique à la face interne du crâne, d'où elle sort par un trou pratiqué entre le pariétal, l'occipital supérieur et l'occipital externe (pl. XXIX, fig. 1, *lt*). A leur sortie du crâne, les deux nerfs latéraux du trijumeau deviennent sous-cutanés et se rapprochent jusqu'à venir se loger dans le sillon qui

sépare les deux grands latéraux du tronc. Dans ce sillon, chacun d'eux, appliqué sur l'une des parois, reçoit des anastomoses des nerfs spinaux (branches supérieures) et émet latéralement des rameaux qui se distribuent aux grands latéraux.

Le nerf latéral du trijumeau ne reçoit pas d'anastomose du pneumogastrique.

7° *Rameaux peauciers.* — Plusieurs rameaux très fins naissent sur le ganglion de Gasser, entre les deux branches maxillaires (pl. XXVIII, fig. 4, *rp*); l'un d'entre eux se dirige en avant et en dehors, se trifurque et se distribue à la peau sous-orbitaire ; les autres se portent en arrière et en dehors et se rendent aux fossettes de la série operculaire, sauf cependant l'un d'entre eux qui se porte en avant et s'anastomose avec la patte d'oie de la branche sous-orbitaire (pl. XXIX, fig. 1).

Un faisceau important de fins rameaux nerveux prend son origine sur la face supérieure du ganglion de Gasser (pl. XXVIII, fig. 4, *rp'*), se porte en dehors et en arrière, et va former avec les rameaux dont il vient d'être question un riche plexus nerveux sous-cutané, appliqué sur la masse du releveur de la mâchoire. Ce plexus innerve les organites de la série operculaire (pl. XXIX, fig. 1).

Enfin, un autre plexus beaucoup moins considérable prend naissance entre le précédent et la branche ophtalmique (pl. XXVIII, fig. 4, *rp''*), c'est celui qui innerve la petite série post-orbitaire.

Facial ou operculaire. — Il a deux racines : l'une, antérieure, est contiguë à la racine postérieure du trijumeau (pl. XXVIII, fig. 4, 5, *raf* et fig. 2); l'autre, postérieure, est contiguë à l'acoustique (fig. 2 et fig. 4, 5, *rpf*).

Le facial, une fois constitué, s'accole à la face postérieure du ganglion de Gasser, auquel il adhère par du tissu conjonctif; avant de se séparer de ce ganglion, il donne naissance au grand sympathique (fig. 2, 4, 5, *gs'*), puis sort du crâne par le trou de la grande aile et aussitôt fournit trois petits rameaux : le premier (fig. 4, *aap*) va à l'abaisseur de l'arcade palato-tympanique ; le second (*mi'*) à la mâ-

choire inférieure[1] et le troisième (*ao*) à l'abaisseur de l'opercule. Un peu après la naissance du dernier, le facial reçoit une anastomose assez volumineuse qui lui vient de la face inférieure du ganglion de Gasser (fig. 4, *agg*) et qui passe par le même trou que lui. A quelque distance de là, il se bifurque, et ses deux branches s'engagent dans le temporal en passant chacune par un trou creusé au centre de cet os (pl. XXVI, fig. 9, *f*).

La branche antérieure (*mi*) passe au-dessus du tympanal, le contourne, se place en dedans du jugal et arrive ainsi à la face interne de l'articulaire de la mâchoire, en marchant parallèlement au rameau du nerf maxillaire inférieur (du trijumeau) et au-dessous de lui. Comme ce dernier, elle pénètre dans l'os dentaire. Ses branches se distribuent au génio-hyoïdien, au muscle transverse et probablement aussi à la peau qui les recouvre.

La branche postérieure (*mb*) fournit d'abord un filet à l'opercule, puis se bifurque, et ses rameaux se distribuent à la membrane branchiostège.

Acoustique. — J'ai étudié avec assez de soin les rameaux de l'acoustique, mais sans examiner leur distribution ; car cela m'aurait entraîné à faire de longues recherches sur la structure intime de l'oreille, et le temps dont je disposais ne me le permettait pas.

Dans l'oreille du *L. Gouanii* il y a trois otolithes : l'antérieure (pl. XXVIII, fig. 3, *ot*) est arrondie et de grandeur moyenne ; celle qui vient après est la plus grosse et de forme elliptique (*ot'*) ; enfin la dernière, très petite, est arrondie comme la première (*ot''*).

Le nerf acoustique a trois racines (fig. 3, *ac*) : l'antérieure, très volumineuse, intimement accolée à la postérieure du facial (fig. 2 et 4), est molle, courte, concave postérieurement ; elle s'épanouit largement à la face inférieure de l'otolithe antérieure, mais émet deux filets nerveux qui vont au delà.

Les deux autres racines naissent au même point (fig. 2 et 4), no-

[1] Après s'être anastomosé avec la branche de bifurcation *mi* du facial.

tablement en arrière de la première; et sont beaucoup moins volumineuses qu'elle. La première se dirige en avant et s'épanouit à la face inférieure de l'otolithe elliptique; tandis que la seconde se dirige en arrière, s'étale sur l'otolithe postérieure et se prolonge en un fin filet nerveux parallèle à la racine antérieure du pneumo-gastrique.

Une anastomose simple ou double (fig. 3, *fa*) réunit la portion antérieure de l'acoustique à sa portion moyenne.

Glosso-pharyngien. — Ce nerf, *intimement accolé au pneumo-gastrique*, sort du crâne en même temps que lui (pl. XXVII, fig. 3, *gp;* XXVIII, fig. 2, *1*, fig. 7, *gp*), se porte en avant et en dehors, et atteint le premier arc branchial, qu'il innerve, après s'être renflé en un ganglion allongé (fig. 2, *1*). Arrivé à l'extrémité inférieure de la première branchie, le glosso-pharyngien, se portant en avant, marche dans l'épaisseur du plancher de la cavité respiratoire, auquel il fournit de nombreux rameaux, puis va se placer au côté externe de l'os lingual, pour se terminer dans la peau qui le recouvre. Pendant son trajet à la face supérieure de l'appareil branchial, le glosso-pharyngien est accolé sur une grande longeur au grand sympathique, et nous verrons, en faisant l'histoire de ce dernier nerf, qu'ils sont réunis par une ou deux anastomoses (pl. XXVIII, fig. 2).

Pneumo-gastrique. — Il prend naissance sur la moelle allongée par deux racines : la première sort de la moelle au niveau de l'otolithe elliptique (fig. 3, *pra*) ; la seconde au niveau de l'otolithe postérieure (fig. 3, *prp*). La racine antérieure (*pra*) est souvent bifurquée ; il est fort possible que sa partie antérieure représente la racine du glosso-pharyngien. Au sortir du crâne, le pneumo-gastrique est constitué par quatre troncs nerveux qui se rendent : 1° *aux branchies et au tube digestif;* 2° aux deux *lignes latérales* (nerfs latéraux); 3° au muscle *huméro-mastoïdien;* 4° à l'*opercule.*

1° *Nerf des branchies et du tube digestif.* — Il est extrêmement volumineux au sortir du crâne et donne immédiatement trois rameaux nerveux, dont les deux premiers ont un renflement ganglionnaire

analogue à celui du glosso-pharyngien (fig. 2, 2 et 3); ceux-ci se rendent aux deuxième et troisième branchies, tandis que le dernier, qui n'a pas de renflement appréciable, innerve la demi-branchie (fig. 2, 4).

En arrière des nerfs branchiaux viennent plusieurs petits filets qui se distribuent à la paroi inférieure de la cavité branchiale et à l'origine du pharynx; puis un nerf extrêmement volumineux qui se divise en deux branches : l'une d'elles est destinée à la région pharyngienne inférieure, l'autre suit la génératrice latérale du tube digestif, auquel elle envoie de très nombreux rameaux (fig. 2, *td*).

2° *Nerfs latéraux.* — J'ai donné une description détaillée de ces nerfs dans le chapitre que j'ai consacré à la ligne latérale (XI).

3° *Nerf du muscle huméro-mastoïdien.* — Il prend naissance sur le pneumo-gastrique, entre le nerf destiné au tube digestif et le tronc des nerfs latéraux.

4° *Nerf de l'opercule.* — Il naît sur le pneumo-gastrique, au-dessus du glosso-pharyngien, par deux filets très inégaux, l'antérieur étant de beaucoup le plus volumineux. Après avoir passé au-dessous du muscle huméro-mastoïdien, ces filets plongent vers le haut au niveau du releveur de l'opercule; en ce point, le rameau le plus volumineux se bifurque, sa branche antérieure donne plusieurs longs ramuscules sous-cutanés situés à la face externe de l'os opercule, et la postérieure, après s'être anastomosée avec le filet le plus mince, se distribue au releveur de l'opercule et au scapulo-frontal.

Dans la description que j'ai donnée des nerfs latéraux, je n'ai parlé ni du rameau operculaire, ni du rameau surtemporal de ce nerf. Le nerf de l'opercule que je viens de décrire, tout en étant situé beaucoup plus antérieurement que le tronc des nerfs latéraux, représente peut-être le rameau operculaire; quant au surtemporal, je n'en ai trouvé aucune trace.

III. *Nerfs spinaux.* — J'examinerai successivement :

A. *Les nerfs de la pectorale* (grand hypoglosse, première et deuxième paire spinale).

B. *Les nerfs de la ventouse antérieure* (troisième et quatrième paire spinale).

C. *Les nerfs de la ventouse postérieure* (cinquième et sixième paire spinale).

A. *Nerfs de la pectorale.* — La pectorale est innervée par le grand hypoglosse et les deux premières paires de nerfs spinaux qui forment un plexus compliqué, que je vais essayer de décrire aussi clairement que possible.

a. Grand hypoglosse. — Ce nerf n'est, à proprement parler, que la première paire spinale, et c'est uniquement pour ne pas m'écarter des nomenclatures adoptées que je le désigne sous le nom de grand hypoglosse.

Il a un rameau superficiel (dans la cavité générale) et de très nombreux rameaux profonds ; je m'occuperai d'abord du rameau superficiel, qui seul prend part à la formation du plexus de la pectorale, et je décrirai ensuite rapidement les rameaux profonds.

Au sortir du crâne, le rameau superficiel du grand hypoglosse est simple ou double ; dans ce dernier cas, la branche antérieure, qui est de beaucoup la plus petite, ne tarde pas à se réunir à la postérieure et un gros nerf se trouve ainsi constitué. Ce nerf (pl. XXVIII, fig. 7, *gh*) se dirige d'avant en arrière et de dedans en dehors en longeant l'huméro-occipital (*n*) ; à la hauteur des corps des deux premières vertèbres, il émet un gros rameau qui se recourbe en avant et en bas et se rend au sterno-hyoïdien, puis il continue à suivre la même direction.

b. Premier nerf spinal[1]. — Un peu en arrière du point où le grand hypoglosse sort du crâne, au niveau du milieu du corps de la première vertèbre sort le nerf de la première paire spinale (I), qui, d'abord parallèle au grand hypoglosse, ne tarde pas à s'anastomoser avec lui un peu au delà du point d'émergence du nerf destiné au sterno-hyoïdien. La branche qui résulte de cette réunion, s'engage dans

[1] Tout ce que je dis des *nerfs spinaux* se rapporte à la branche ventrale de ces nerfs, la seule qui ait de l'intérêt pour nous.

l'interstice musculaire situé entre la pectorale et la portion D du grand latéral du tronc (pl. XXVI, fig. 2, *pl*), et aussitôt après, reçoit un filet anastomotique de la deuxième paire spinale. De cette façon se trouve constitué un nerf, à la formation duquel concourent le grand hypoglosse et les deux premières paires spinales; au niveau du bord antérieur de l'apophyse externe de l'huméral, ce nerf se divise en deux portions : l'une se distribue à l'adducteur de la pectorale, l'autre, passant par le trou du radial, se rend à l'abducteur.

c. Deuxième nerf spinal. — La deuxième paire spinale entre dans la cavité générale au niveau de l'articulation de la première vertèbre avec la seconde (fig. 7, II) ; comme la première, elle marche à la surface du grand latéral, entre dans l'interstice musculaire dont j'ai parlé, envoie un filet anastomotique au nerf résultant de la soudure du grand hypoglosse et de la première paire, et lorsqu'elle arrive au bord antérieur de l'huméral, elle est déjà divisé en plusieurs rameaux qui se distribuent dans la substance de l'adducteur. Je dois maintenant dire un mot des rameaux profonds du grand hypoglosse et de la première paire spinale.

Quand on extirpe avec soin l'huméro-occipital, et qu'on dissocie avec encore plus de soin la portion du grand latéral qui se trouve au-dessus de lui, on découvre cinq ou six rameaux nerveux volumineux, qui paraissent bien appartenir tous au grand hypoglosse (fig. 7, *ghp*).

Plusieurs de ces rameaux, très courts, vont à l'huméro-occipital et au grand latéral ; les autres, plus longs, affectaient dans un animal la disposition suivante qui paraît très constante : les deux branches antérieures s'anastomosent pour former un nerf unique qui chemine parallèlement à une troisième branche simple postérieure. Au niveau du scapulo-huméral, le premier nerf donne naissance à de fins rameaux qui se joignent à d'autres issus du nerf latéral supérieur et vont se distribuer dans la peau du dos en avant du point où émerge ce dernier nerf. Les autres rameaux du nerf que j'étudie se distribuent à la pectorale. La branche simple postérieure du

grand hypoglosse profond pénètre dans le muscle scapulo-huméral.

La première paire spinale a un rameau qui présente un très grand intérêt ; il prend naissance non loin du point où ce nerf sort du squelette, chemine entre les deux premières paires spinales, suit pendant quelques millimètres le trajet du nerf latéral inférieur et finalement se rend au muscle de la petite pectorale (fig. 7, *npp*).

B. *Nerfs de la ventouse antérieure. — a. Troisième paire spinale* (pl. XXVI, fig. 2, 3, 4, III). — Elle pénètre dans la cavité générale à la hauteur de l'articulation des deuxième et troisième vertèbres (pl. XXVIII, fig. 7, III), marche à la surface du grand latéral du tronc, et, arrivée dans l'angle dièdre que celui-ci fait avec la ventouse antérieure, se divise de la façon suivante : tout d'abord, elle fournit un des deux rameaux (pl. XXVI, fig. 4, ζ) qui vont s'anastomoser avec un ou deux rameaux de la quatrième paire pour former une branche nerveuse mixte (ε), dont j'examinerai la distribution plus loin. Indépendamment de ces petits nerfs, elle en donne trois très volumineux :

Le premier (fig. 3, 4, α) fournit une arborisation très riche au bord antérieur de la ventouse ; le second (β) se bifurque : l'un de ses rameaux envoie un nerf à chacun des trois rayons de la ventouse (3, 4, 5) ; l'autre innerve le premier rayon articulé (2) et se rend ensuite dans le bord de la ventouse (α') ; enfin le troisième nerf s'anastomose avec un rameau de la quatrième paire pour former un filet (γ) qui plonge dans la masse musculaire contenue à l'intérieur de la cavité des os des ventrales.

b. Quatrième paire spinale (pl. XXVI, fig, 2, 3, 4, 5, IV). — Elle entre dans la cavité générale au niveau de l'articulation des corps des troisième et quatrième vertèbres (pl. XXVIII, fig. 7, IV) et se divise au même niveau que la précédente en trois parties : la première est un rameau qui s'anastomose avec un autre, issu de la troisième paire, pour former le nerf γ ; la seconde (δ, fig. 4, 5, pl. XXVI) passe sous le releveur du troisième rayon et pénètre successivement dans les fourches des quatrième et troisième rayons ; elle donne deux petits

nerfs au quatrième rayon et un au troisième ; enfin, la troisième partie est formée par deux petites branches nerveuses ou par une seule grosse qui s'anastomose avec deux autres venues de la troisième paire pour former un nerf (ε, fig. 3, 4), dont je dois maintenant examiner la disposition.

Ce nerf, je le répète encore, est mixte et formé par les troisième et quatrième paires spinales (fig. 1, 2, 4, 5, ε). Situé dans l'angle dièdre compris entre la ventouse antérieure et le grand latéral (fig. 2), il se dirige d'abord en arrière en passant au-dessus du muscle *w* auquel il donne une petite branche (fig. 3) ; puis il s'incurve en dedans, passe sous le muscle *x*, lui fournit des rameaux, et se perd dans le muscle *y* (fig. 3, ε') ; mais avant d'émettre le petit nerf du muscle *x*, il fournit un très petit ramuscule qui se porte droit en arrière, passe au-dessus de *x* et va s'anastomoser avec un très petit nerf de la cinquième paire pour finalement innerver le muscle *z* (fig. 3. *z*'). Le rameau mixte ε innerve donc les muscles *w*, *x*, *y*, *z*.

C. *Nerfs de la ventouse postérieure.* — *a. Cinquième paire spinale* (pl. XXVI, fig. 2, 3, V). — Le nerf de la cinquième paire spinale entre dans la cavité générale un peu en avant de l'articulation des quatrième et cinquième vertèbres (pl. XXVIII, fig. 7, V). Vers son extrémité périphérique, il longe le grêle du tronc et atteint bientôt le bord du grand latéral en même temps que celui du muscle *z* (pl. XXVI, fig. 2), là il se ramifie. Un premier petit ramuscule se détache antérieurement et va s'anastomoser avec le nerf ε destiné au muscle *z* (pl. XXVI, fig. 2, 3) ; puis le nerf se divise en plusieurs branches volumineuses, dont l'une se rend à l'adducteur des coracoïdiens postérieurs et les autres au bord latéral de la ventouse postérieure (fig. 3).

b. Sixième paire (pl. XXVI, fig. 2, 3, VI). — La sixième paire spinale pénètre dans la cavité générale un peu en avant de l'articulation des cinquième et sixième vertèbres (pl. XXVIII, fig. 7, VI) et, vers la fin de son trajet, s'insinue entre le grand latéral et le grêle inférieur du tronc pour aborder la ventouse postérieure en arrière

et en dehors du muscle *z*. Elle innerve uniquement la moitié du bord de la ventouse postérieure et ne se rend à aucun muscle (pl. XXVI, fig. 3, VI), c'est-à-dire qu'elle est uniquement sensitive.

Des quatre paires de nerfs qui se rendent aux ventouses, la sixième est la seule qui ne soit que sensitive; en effet, la troisième paire est sensitive par ses rameaux α et β, mais elle contribue à former la branche γ, qui est motrice ; la quatrième paire est surtout motrice, mais sa branche δ est sensitive; enfin, la cinquième est surtout sensitive, mais elle a deux rameaux moteurs pour les muscles *y* et *z*.

En résumé, les points importants à noter sont les suivants :

1° La pectorale est innervée par le grand hypoglosse et les deux premières paires spinales ;

2° La petite pectorale reçoit une longue branche de la première paire ;

3° La ventouse antérieure est innervée uniquement par la troisième et la quatrième paire spinale;

4° La ventouse postérieure reçoit ses nerfs de la cinquième et de la sixième paire; cependant son muscle propre (adducteur des coracoïdiens postérieurs) est animé à la fois par un filet de la quatrième paire et par un de la cinquième.

Les branches ventrales des paires spinales qui suivent la sixième sont au nombre de neuf ou dix; arrivées au bord du grand latéral, elles le contournent et deviennent sous-cutanées.

IV. *Grand sympathique.* — Il se compose de deux cordons ganglionnaires longitudinaux réunis par une commissure transversale.

Chacun d'eux prend naissance sur le facial en commençant par un ganglion peu considérable (pl. XXVIII, fig. 1, 2, 4, *gs'*), puis se dirige en arrière en marchant à la face inférieure de la grande aile et ne tarde pas à s'accoler intimement au glosso-pharyngien (pl. XXVII, fig. 3).

Les rapports que le grand sympathique contracte avec le ganglion de ce nerf sont variables ; tantôt c'est le ganglion qui envoie un ou deux courts filets au sympathique, tantôt, au contraire, c'est ce der-

nier qui les envoie au glosso-pharyngien ; il arrive aussi qu'on ne trouve aucune anastomose ou que l'accolement est si intime qu'on ne peut résoudre la question par la simple dissection.

Après avoir abandonné le glosso-pharyngien, chaque cordon sympathique se renfle en deux petits ganglions situés, le premier à la hauteur du grand hypoglosse, le second à la hauteur de la première paire spinale, et vers le milieu du corps de la seconde vertèbre on observe de chaque côté un volumineux ganglion *réuni à celui du côté opposé par une anastomose transversale* (pl. XXVII, fig. 3, *gs*).

Le ganglion droit, plus volumineux que le gauche, et toujours un peu plus postérieur que lui, émet plusieurs filets nerveux assez considérables qui se rendent au tube digestif.

A partir de là, les cordons du sympathique continuent à se porter en arrière en se rapprochant constamment et en présentant un petit ganglion à la hauteur de chaque nerf spinal. Bientôt le cordon droit devient contigu à l'aorte ; un peu plus loin, le gauche fait de même et, en continuant à se rapprocher ainsi, ils arrivent à occuper la face inférieure de ce vaisseau auquel ils envoient de nombreux filets nerveux en même temps qu'ils se réunissent par des anastomoses transversales ; enfin, vers la treizième vertèbre, il n'y a plus qu'un seul filet nerveux qui continue à suivre l'aorte.

Pendant le trajet des cordons du sympathique, depuis le facial jusqu'à la treizième vertèbre, chacun de leurs ganglions reçoit un filet du nerf spinal qui lui correspond.

X

PEAU.

La peau des Lepadogasters est composée de trois couches : 1° les *chromatophores* ; 2° le *derme* ; 3° l'*épiderme*.

Les *chromatophores* reposent directement sur la couche plus ou moins épaisse de tissu conjonctif qui sépare la peau des parties sur lesquelles elle est appliquée (pl. XXX, fig. 1-5, *tc*, *ch*); ils sont de

trois couleurs : les plus abondants sont noirs, les jaunes le sont moins et les gris blanchâtres sont assez rares. Ils subissent tous des changements qui les font passer de la forme arrondie à la forme d'une étoile très compliquée; mais ces changements sont beaucoup plus difficiles à observer dans l'adulte que dans l'embryon.

Dans le chapitre que j'ai consacré au développement, j'ai décrit avec quelque soin les changements de forme dont les chromatophores de l'embryon sont le siège.

Quand on enfonce une pointe dans la peau d'un *L. Gouanii* qui vient de mourir, on voit naître autour d'elle une zone claire circulaire, et lorsqu'on porte sous le microscope le lambeau de tissu conjonctif sous-cutané auquel adhèrent les chromatophores, on constate que dans toute la zone claire ils ne sont pas étoilés, mais presque complètement arrondis.

Le *derme* est composé de faisceaux très aplatis de fibres élastiques parallèles, qui sont disposés de façon à former de véritables couches de fibres ; mais tous ces faisceaux ne sont pas orientés dans le même sens, les uns sont longitudinaux, les autres transversaux et l'alternance des couches perpendiculaires entre elles paraît être régulière.

Quand on examine la face profonde du derme sous un grossissement moyen, on aperçoit une quantité considérable de petites croix à centre noir arrondi et à branches égales, perpendiculaires entre elles et effilées en pointe (pl. XXVIII, fig. 14). L'orientation des branches de la croix coïncide exactement avec celle des différents faisceaux de fibres élastiques qu'on voit très nettement se couper à angle droit ; enfin, du centre noir arrondi de chaque petite croix, on voit partir un long filament élastique parallèle au derme.

Lorsqu'on regarde le derme non plus par sa face profonde, mais par celle sur laquelle est appliqué l'épiderme, on aperçoit encore les petites croix noires, mais on ne trouve plus les filaments élastiques (fig. 15). Ces deux apparences sont dues à ce que ces filaments perforent le derme de dedans en dehors et viennent se terminer à la face externe de cette partie de la peau. Pour se frayer un passage

ils écartent les faisceaux élastiques, ce qui donne lieu à la formation des croix à branches égales et perpendiculaires.

On aperçoit très bien les fibres perforantes sur les coupes normales au derme (pl. XXX, fig. 1-5).

L'*épiderme* ne présente rien de bien intéressant à signaler, il a un grand nombre d'assises cellulaires et ses cellules sont d'autant plus volumineuses et plus allongées qu'elles sont plus profondes. Il renferme trois sortes de glandes unicellulaires : les unes sont volumineuses, ellipsoïdales; leur contenu se colore fortement par l'éosine; elles ont un court canal excréteur (pl. XXVII, fig. 6, 2), les autres, qui ont une affinité considérable pour l'hématoxyline, sont piriformes et de deux sortes: les premières (fig. 6, *1*) sont très petites et absolument superficielles, les secondes, au contraire, ont un volume considérable, reposent presque sur le derme et débouchent au dehors par un canal excréteur court et délié (fig. 6, *3*).

XI

LIGNE LATÉRALE.

Le système de la ligne latérale du *Lepadogaster Gouanii* se compose de deux parties que je vais décrire successivement : I, *les canaux muqueux de la tête*; II, *les fossettes épidermiques à terminaison nerveuse.*

I. *Canaux muqueux.* — Dans la tête du *Lepadogaster Gouanii* on trouve *sept systèmes de canaux muqueux complètement indépendants les uns des autres*; l'un d'eux est médian et impair, les six autres pairs (trois de chaque côté). *Le canal longitudinal manque totalement.* Les orifices de ces systèmes sont presque tous terminaux.

1° *Système médian ou crânien.* — Il a quatre orifices de chaque côté et est composé de deux parties symétriques reliées par une anastomose transversale. A environ un demi-millimètre en avant de l'ouverture de la narine se trouve un premier orifice (pl. XXIX, fig. 1, *4*); le canal qui en part (pl. XXV, fig. 16, *cn*) est dirigé d'avant en arrière et pratiqué dans le corps de l'os nasal; immédiatement

en arrière de cet os, le canal s'enfonce dans le frontal principal, mais avant de pénétrer dans ce dernier il émet du côté externe un petit canalicule très court qui va déboucher un peu en dedans de l'orifice olfactif postérieur (pl. XXIX, fig. 1, *5*). Aussitôt engagé dans le frontal, le canal se porte en arrière en restant parallèle à la ligne médiane du dos (pl. XXV, fig. 1, *cm*), et au niveau des lobes olfactifs, il se bifurque : sa branche interne forme le canal anastomotique qui va rejoindre le canal du côté opposé (*pa*), tandis que sa branche externe se termine à un orifice situé immédiatement en arrière de l'orbite (pl. XXV, fig. 1, *opo*, et pl. XXIX, fig. 1, *6*). Ces deux branches sont percées dans le frontal principal.

La branche externe, que je viens de décrire, émet en arrière un rameau assez long (pl. XXV, fig. 1, *cmf*), à concavité antéro-externe, pratiqué dans le frontal postérieur antérieurement et dans le mastoïdien postérieurement. Il débouche par un orifice (pl. XXIX, fig. 1, 7) situé à environ 3 millimètres de l'orifice post-orbitaire (6).

2° *Système sous-orbitaire.* — En avant du bord antérieur de l'orbite, sur le prolongement de son diamètre postéro-antérieur, on observe un orifice muni d'une collerette cylindrique peu saillante, duquel part un canal qui se dirige en bas, se recourbe à angle droit, se bifurque et va aboutir à deux orifices situés à quelques millimètres du premier (pl. XXIX, fig. 1, *so*).

C'est dans l'os sous-orbitaire (pl. XXV, fig. 12, 16, *so*) qu'est percé le canal muqueux sous-orbitaire.

3° *Système préoperculaire.* — En arrière et en dehors de l'orifice postérieur du système crânien (7) s'en trouve un autre (1) qui appartient au système préoperculaire ; le canal qui en part descend verticalement dans la substance de l'os préopercule (pl. XXIX, fig. 1, 2, 3, *1*; fig. 8, *a*). A la face inférieure de la tête il y a deux autres orifices dépendants du même système. L'un d'eux est situé sur le bord externe de l'opercule presqu'à son angle postérieur, l'autre se trouve très en avant à la hauteur du premier rayon branchiostège ; le canal qui part du premier a une première portion sous-cutanée

(fig. 1, 2, 3, 2) qui se dirige de dedans en dehors, contourne le muscle *rm'* et se continue par une seconde portion horizontale (2') qui chemine dans le préopercule et va rejoindre la branche verticale. Celui qui part du second s'engage presque immédiatement dans le préopercule en se dirigeant d'avant en arrière et de bas en haut; il vient aboutir au point de rencontre des deux précédents (pl. XXIX, fig. 2, 3, *3*; fig. 8, *c*).

4° *Système sous-mandibulaire.*— Quand on regarde un *Lepadogaster Gouanii* en dessous, on aperçoit, à 1-2 millimètres en avant de l'orifice du canal préoperculaire antérieur (3), un autre orifice (fig. 3, *8*) qui est le plus postérieur de ceux du système sous-mandibulaire. Un canal en part, s'insinue dans l'articulaire, puis dans le dentaire et débouche à environ 10 millimètres du premier (10). Au point où ce canal passe du dentaire dans l'articulaire, il émet du côté externe un canalicule qui aboutit à un troisième orifice (fig. 3, *9*).

Telle est la disposition des canaux muqueux dans le *L. Gouanii*. Dans le *L. Candollii*, il n'y a qu'une seule différence sans importance : le canal sous-mandibulaire ne pénètre pas dans le dentaire, de sorte qu'il n'a que deux orifices au lieu de trois.

Histologie des canaux muqueux. — Quand on fait une coupe transversale dans la portion sous-cutanée du canal préoperculaire postérieur, on voit qu'il est composé d'une paroi épaisse de structure identique à celle du derme (pl. XXIX, fig. 7, *d*), tapissée par un épithélium à une seule couche de cellules (*e*) parmi lesquelles on trouve quelques cellules muqueuses (*gm*) et aussi de petits groupes de cellules à extrémité libre pointue (*cp*), qui rappellent celles que Leydig a décrites et figurées dans l'Hexanchus.

Chez un jeune *L. Candollii* long seulement de $15^{mm},5$, que j'ai coupé tout entier transversalement, j'ai trouvé dans les canaux muqueux de la tête des terminaisons nerveuses dont la structure est la suivante : ce sont des épaississements considérables de l'épithélium qui, coupés par leur milieu, affectent la forme d'un croissant dont la concavité regarde l'axe du canal. Ce canal a un diamètre de

$0^{mm},043$ et l'épaississement s'étend sur une longueur de $0^{mm},1$ dans la terminaison représentée planche XXIX, figure 6.

Dans l'épaississement épithélial, on trouve une couche pariétale de cellules courtes à gros noyaux et une couche de cellules plus internes, très longues, orientées radialement par rapport au centre de la lumière du canal. Elles sont épaisses à leur extrémité pariétale, effilées à leur extrémité centrale, et celles qui occupent la région médiane sont terminées par un poil très délié (pl. XXIX, fig. 6). J'ai observé les terminaisons nerveuses dans les points suivants des canaux muqueux : une, exactement au niveau de l'orifice situé en dedans de l'orifice olfactif postérieur; une dans le canal longitudinal qui fait suite au précédent, immédiatement avant le point où vient s'aboucher la branche anastomotique transversale; une après l'abouchement de cette branche ; une dans le même canal avant sa bifurcation; enfin une dans chacune de ses branches postérieures ; je n'ai trouvé qu'une terminaison dans le système préoperculaire et une dans le système sous-mandibulaire ; mais il est bien probable qu'il y a encore d'autres terminaisons que celles que je viens d'indiquer.

II. *Fossettes épidermiques à terminaison nerveuse.* — A. *Anatomie.*— En faisant des coupes dans la peau du dos du *L. Gouanii*, je découvris des sillons épidermiques au fond desquels se trouve une terminaison nerveuse [1]. Je voulus alors les retrouver sur la peau et je n'y parvins qu'avec beaucoup de difficultés. Sur les animaux frais, mes efforts furent toujours infructueux ; tandis que j'arrivai assez facile-

[1] J'avais complètement terminé les recherches que j'expose dans le présent paragraphe, lorsqu'en lisant la belle monographie du Fierasfer de Carlo Emery (*le Specie del Genere Fierasfer nel golfo di Napoli*, Leipzig, 1880, in *Fauna und Flora des golfes von Neapel*), j'ai constaté que cet auteur a découvert dans les Fierasfers et quelques autres poissons des terminaisons nerveuses épidermiques en connexion avec le nerf latéral. Elles diffèrent surtout de celles que je décris et figure ici, par ce fait, que dans le *L. Gouanii*, le sillon au fond duquel se trouve la papille nerveuse ne se ferme jamais en canal épidermique, comme cela arrive chez les animaux que Carlo Emery a étudiés.

ment à les distinguer sur des animaux privés de leur épiderme[1] par un séjour prolongé dans l'alcool. Cependant, le meilleur moyen pour les voir, et le seul pratique pour étudier leur distribution, c'est de tuer les animaux en les exposant aux vapeurs de chloroforme.

Ces vapeurs ont la propriété de provoquer une sécrétion extrêmement abondante de mucus, or, comme les glandes muqueuses manquent ou sont extrêmement rares autour des fossettes, il en résulte que celles-ci deviennent visibles.

Sur un animal dépourvu d'épiderme, chaque fossette laisse une trace constituée par un point imperceptible muni de deux prolongements très longs, diamétralement opposés. Les fossettes sont presque toujours en *séries linéaires* et dans chaque série leurs prolongements sont situés sur une même ligne.

Dans le *L. Gouanii*, il y a huit séries de fossettes, quatre de chaque côté.

1° *Série latérale.*— Elle se trouve dans le prolongement de la ligne droite déterminée par les deux orifices postérieurs du système muqueux médian (6 et 7) et compte environ quinze fossettes ; elle est d'abord concave vers le haut, puis elle passe au-dessus de la pectorale en décrivant une courbe à concavité inférieure. Arrivée au niveau de l'origine de la dorsale, elle s'infléchit brusquement vers le bas, et la dernière de ses fossettes est presque sur la ligne médiane du tronçon de la queue (pl. XXIX, fig. 2, *fd*).

2° *Série ventrale.* — Elle est située dans le prolongement d'une ligne qui serait à environ 2 millimètres en dehors de la base de l'anale et se trouve à peu près comprise entre l'origine de cette nageoire et le bord postérieur de la pectorale. Le nombre de ses fossettes est de cinq à sept (fig. 2, *fv*).

3° *Série operculaire.* — Elle part de l'orifice inférieur et postérieur

[1] Ceci peut paraître singulier, puisque ces organites sont épidermiques, mais la raison en est bien simple, c'est qu'une fois l'épiderme tombé, chaque terminaison laisse sur le derme une trace qu'on arrive à distinguer à la loupe, grâce à l'état parfaitement lisse et luisant de cette partie de la peau.

du système sous-orbitaire, décrit une légère courbe à concavité inférieure en passant au-dessous de l'œil, et poursuit ensuite son chemin en arrière, en restant à environ 2 millimètres du bord inférieur de l'opercule ; elle arrive ainsi à l'orifice postérieur du système préoperculaire qu'elle dépasse pour atteindre la pointe postérieure du battant operculaire; elle compte quinze à vingt fossettes (fig. 2, *fo*).

4° *Série post-orbitaire.* — Elle ne comprend que trois à quatre fossettes disposées suivant une petite ligne courbe, qui part de l'orifice post-orbitaire du système crânien (6) et se dirige vers le bas, en restant à égale distance du bord postérieur de l'orbite (fig. 2, *fpo*).

Indépendamment des quatre séries que je viens de décrire, on trouve encore quelques autres fossettes épidermiques en différents points du corps. Ainsi, il y en a quatre (deux de chaque côté) au bout du museau, dans le sinus que forme la lèvre supérieure ; deux sont situées sur le bord interne de chaque grande tache bleue post-orbitaire ; deux autres, derrière ces taches, sont perpendiculaires à la ligne du dos. Enfin, on en observe dans le triangle formé par les orifices mucipares dans la région post-orbitaire ; sur le tronçon de la queue entre l'anale et la dorsale, il y en a quelques-unes qui dépendent de la série latérale, mais sont situées au-dessus d'elle et dirigées perpendiculairement à sa longueur.

J'ai retrouvé dans le *L. Candollii* les quatre séries latérale, ventrale, operculaire et post-orbitaire de fossettes épidermiques. Ces dernières sont plus espacées dans cette espèce que dans le *L. Gouanii*[1].

Innervation des fossettes. — Les séries latérale et ventrale sont innervées par le nerf latéral, les séries operculaire et post-orbitaire par

[1] A la page 41 de l'ouvrage cité plus haut, Carlo Emery s'exprime de la façon suivante : « L'esistenza di un canalino épiteliale o almeno di un acceno di esso é fatto owio nelle larve di pesci che non hanno ancora un canale laterale. Così l'ho riscontrato in una larva di gadoide (Merlucius ?), in giovani Mugini ecc., come pure nella *Mirbelia Decandollei* allo stato adulto (qui sono appena tracce di prolungamenti dei bottoni di senso),... »

le trijumeau. Je ne dirai qu'un mot des rameaux du trijumeau qui se rendent aux deux dernières séries, leur anatomie est beaucoup mieux placée avec l'histoire des nerfs crâniens; mais je crois qu'il vaut mieux donner ici la description du nerf latéral que de la reporter avec celle du pneumo-gastrique.

Quand on ouvre un Lepadogaster par la face ventrale et qu'on enlève avec précaution le tube digestif et l'appareil branchial, on distingue nettement les diverses branches du pneumogastrique; l'une d'elles (pl. XXVIII, fig. 2, *nl*, fig. 7, *tl*) est le tronc du nerf latéral.

Ce tronc sort du crâne en arrière des rameaux volumineux destinés aux branchies et au tube digestif; il est appliqué à la face inférieure du muscle huméro-occipital et se dirige comme lui d'avant en arrière et de dedans en dehors. Au bout de 1 millimètre, il se bifurque; l'un des rameaux va rejoindre le bord antérieur du muscle huméro-occipital, c'est le *nerf latéral supérieur;* l'autre rejoint son bord postérieur, c'est le *nerf latéral inférieur.*

Le *nerf latéral supérieur* passe d'abord au-dessus du muscle huméro-mastoïdien (pl. XXVIII, fig. 7, *o*) et atteint bientôt le bord antérieur du muscle huméro-occipital (*n*); il s'insinue alors dans l'interstice musculaire limité par le faisceau B du grand latéral (pl. XXIX, fig. 1, *gl'*) et par le scapulo-huméral (*d*) et devient ainsi sous-cutané à la face dorsale de l'animal (fig. 1, *ls*). Aussitôt, il s'applique étroitement à la face interne de la peau du dos, sous la couche de chromatophores, et suit *exactement* la série latérale de fossettes épidermiques. A son extrémité postérieure, il s'infléchit vers le bas comme la série latérale et devient invisible après la fin de celle-ci.

Les coupes montrent d'une façon indiscutable qu'il envoie à chaque fossette un court ramuscule nerveux.

Le *nerf latéral inférieur* (tronc latéral de F. Fée [1]) marche d'abord

[1] F. Fée, *Recherches sur le système latéral du nerf pneumogastrique des poissons*, Strasbourg, 1869.

parallèlement au muscle huméro-occipital (pl. XXVIII, fig. 7, *n*), en suivant son bord postérieur. Après un trajet de quelques millimètres, il quitte ce bord pour se rapprocher du plan de symétrie du corps et vient s'appliquer au-dessous du faisceau B du grand latéral, et au-dessus du pharyngo-huméral profond. Pendant tout ce trajet, il chemine parallèlement au plexus nerveux de la pectorale et s'engage enfin, comme le supérieur, dans la fente qui sépare le faisceau B du scapulo-huméral (*d*). Tout d'abord, il reste profond, puis passe au-dessous du faisceau C du grand latéral (pl. XXIX, fig. 1, *gl''*) et devient ainsi sous-cutané (pl. XXIX, fig. 1, *li*).

Tantôt ce nerf est tout à fait superficiel, tantôt, au contraire, il est caché par une couche épaisse de tissu conjonctif ; toujours, il suit le grand interstice du grand latéral et va se perdre sur le tronçon de la queue.

Voyons maintenant comment sont innervées les fossettes de la ligne ventrale.

Quand on enlève avec beaucoup de précaution la peau de la région ventrale, on reconnaît que cette région reçoit des nerfs qui proviennent de trois origines : des rameaux du nerf latéral, des rameaux de la branche spinale intermédiaire et des rameaux de la branche spinale ventrale.

Pour résoudre la question de l'innervation des fossettes, il faut donc suivre avec le plus grand soin les rameaux du nerf latéral inférieur ; or, leur diamètre ne dépasse pas $0^{mm},02$, ils sont longs d'environ 4 millimètres et très souvent parallèles à ceux de la branche spinale intermédiaire. On conçoit que dans ces conditions les dissections fines seules peuvent donner des résultats dignes de confiance.

Ces dissections m'ont prouvé que chacune des fossettes de la ligne ventrale reçoit un ramuscule nerveux (pl. XXIX, fig. 2, *fn*) issu du nerf latéral ; que ce ramuscule ne se ramifie pas, et qu'il ne reçoit aucune anastomose des branches spinales intermédiaires ou ventrales qui se trouvent dans la région.

J'ai dit plus haut que les séries operculaire et post-orbitaire sont innervées par le trijumeau. La plus grande partie de la première reçoit des nerfs de rameaux très ténus, qui courent sous la peau dans toute la région operculaire et sous-orbitaire (pl. XXIX, fig. 1, et pl. XXVIII, fig. 4, *rp*, *rp'*) ; la seconde est innervée par le petit plexus qui se trouve dans la région post-orbitaire (pl. XXVIII, fig. 4, *rp''*).

Pour la série ventrale, afin d'être absolument certain des résultats que j'ai énoncés plus haut, lorsque j'avais disséqué sur toute sa longueur un ramuscule nerveux destiné à une fossette, je coupais le lambeau de peau qui le renfermait, je le débarrassais de ses chromatophores et je le portais sous le microscope ; mais pour les deux séries operculaire et post-orbitaire, je n'ai pas eu le temps de me livrer aux mêmes recherches, qui sont extrêmement longues et délicates ; malgré cela, je crois mes résultats exacts.

B. *Histologie des fossettes.* — Pour étudier l'histologie des fossettes, le lambeau de peau contenant la série à examiner était étendu sur un morceau de liège au moyen d'épingles fines, puis plongé dans l'acide osmique au centième pendant une heure. Après avoir été ainsi fixé, il était lavé à l'eau distillée pendant une heure, durci à l'alcool à 30 degrés pendant deux heures, à 70 degrés pendant douze heures, à 90 degrés pendant deux heures et à 100 degrés pendant vingt-cinq minutes. Enfin, l'alcool était chassé par la paraffine au chloroforme et la pièce enrobée dans la paraffine fondue. Les colorations étaient obtenues au moyen de l'éosine à l'alcool et de la solution d'hématoxyline, dont j'ai donné la composition en faisant l'histologie de la ventouse postérieure.

L'étude des coupes faites perpendiculairement à la grande dimension des terminaisons épidermiques (pl. XXX, fig. 1, 2, 3, 4) montre que chacune d'elles consiste en un sillon au fond duquel se trouve un cône épidermique qui reçoit un filet nerveux ; ce sillon (fig. 1, 2, 3, 4, *s*), est large de $0^{mm},20$ à $0^{mm},25$, et sa longueur est d'environ $0^{mm},80$. En son centre, il a une profondeur de $0^{mm},055$ et s'atténue

progressivement jusqu'à disparaître dans tous les sens; mais en outre, en ce même point central, il est creusé d'un petit puits peu profond, long de $0^{mm},07$ et large de $0^{mm},04$, dont le grand axe coïncide avec le sien. C'est au fond de cette fossette que se trouve la papille nerveuse; elle est constituée par un mamelon tronconique (fig. 1, *pp*) (un peu étranglé vers le milieu de sa hauteur), dont la moitié proximale, plongée dans l'épiderme, repose sur le derme, et dont la moitié distale fait saillie au milieu de la petite fossette; les cellules qui le composent sont allongées de dedans en dehors et disposées en plusieurs couches, trois ou quatre sont serrées à sa base et il y en a deux dans sa partie médiane.

A sa base, la papille nerveuse mesure environ $0^{mm},08$ à $0^{mm},09$, tandis qu'au sommet elle n'a que $0^{mm},02$; dans cette région, elle est creusée d'une cupule (*cp*), dont le fond est tapissé de cils très ténus, qui sont sans doute les prolongements des cellules sous-jacentes; elle reçoit un filet nerveux qui perce le derme normalement, se rétrécit beaucoup et atteint le centre de sa base. Quand on considère les coupes transversales des deux régions situées de chaque côté de la papille, on voit tout d'abord que la fossette cesse d'exister presque en même temps que la cupule ciliée (fig. 2), et ensuite que la base de la papille se prolonge en deux demi-cylindres appliqués sur le derme (fig. 2, *pp*), composés de cellules à gros noyaux, qui courent exactement au-dessous du sillon de l'épiderme (fig. 3 et 4, *pp*) et disparaissent avec lui de chaque côté.

Autour des sillons épidermiques les glandes muqueuses ne sont représentées que par quelques rares corpuscules très réduits qu'on retrouve d'ailleurs dans d'autres régions de la peau (fig. 1, 3, *gl*). Cette particularité explique que les vapeurs de chloroforme décèlent la présence des terminaisons nerveuses. Presque toujours un capillaire accompagne le ramuscule nerveux destiné à la papille (fig. 1, *vs*).

La fig. 5, pl. XXX, représente une forme de terminaison un peu différente de celle que je viens de décrire.

Dans un jeune *L. Candollii*, long de $15^{mm},5$, j'ai rencontré des

terminaisons nerveuses épithéliales fondamentalement identiques à celles du *L. Gouanii* adulte ; mais qui en diffèrent cependant notablement. La papille a la forme d'un barillet (pl. XXIX, fig. 9, *pp*) presque aussi épais que l'épiderme ; elle est constituée par deux couches de cellules à noyaux très distincts, porte une petite touffe de cils très délicats à son pôle distal (*cp*) et occupe le fond d'un sillon épidermique peu profond. A son pôle proximal le derme est percé d'un orifice pour le passage d'une branche nerveuse qu'on ne distinguait pas sur les coupes, sans doute parce que l'animal avait été fixé à l'alcool et non à l'acide osmique.

XII

SYSTÈME EXCRÉTEUR.

L'étude anatomique des reins du *L. Gouanii* est rendue très facile par le manque d'adhérence de ces organes avec la paroi du corps et par l'absence de vessie natatoire.

Les reins commencent à la hauteur du milieu du corps de la première vertèbre (pl. XXVII, fig. 3) ; ils se portent droit en arrière jusqu'au milieu du corps de la seconde et, à partir de là, vont, en se rapprochant très rapidement, jusqu'à la hauteur de l'articulation des troisième et quatrième vertèbres ; ensuite, ils ne convergent plus que très lentement et se rejoignent vers la neuvième ou dixième vertèbre pour constituer un organe unique dont les canaux excréteurs débouchent dans la vessie urinaire qui se trouve entre les deux glandes génitales.

Jusqu'à la quatrième ou cinquième vertèbre le rein est simple (pl. XXVII, fig. 5), mais à partir de là il devient deux fois plus large et se creuse de sinus profonds qui le découpent en lobes demi-circulaires (fig. 5, *r*).

Ceux-ci se succèdent assez régulièrement jusqu'à la onzième vertèbre, les postérieurs étant plus petits que les antérieurs. Leur nombre est assez variable ; j'en ai observé huit à droite et sept à gauche et aussi onze à droite et dix à gauche.

Au niveau de l'articulation des deux premières vertèbres, immédiatement en avant de la sous-clavière, chaque rein émet sur son bord interne un lobule de volume variable qui se prolonge en pointe effilée, puis s'élargit tout à coup en formant une cupule (fig. 3, *ar*) dans laquelle se trouve enchâssé un globule sphérique.

Quand on injecte le système veineux on voit que l'appendice du rein est aussi vascularisé que lui, et lorsqu'on fait l'injection des artères on s'aperçoit, qu'entre le tronc des deux veines branchiales postérieures et la sous-clavière, l'aorte donne naissance à une artère courte et de petit calibre qui pénètre dans le globule sphérique dont je viens de parler et lui fournit un réseau capillaire très fin qu'on aperçoit très bien sous la loupe.

Ce globule, ressemble beaucoup à un glomérule de Malpighi, mais j'ignore quelle en est la signification car le temps m'a manqué pour l'étudier par la méthode des coupes et pour compulser la quantité considérable de documents qui existent sur les reins des vertébrés.

XIII

SYSTÈME REPRODUCTEUR.

Dans les Lepadogasters, comme dans l'immense majorité des Poissons, les sexes sont séparés. Chez le *L. Gouanii* aucun caractère ne permet de distinguer le mâle de la femelle, qui ne diffère de celui-ci que par une taille un peu plus petite. Il n'en est probablement pas de même pour d'autres espèces de Lepadogasters qu'on trouve sur nos côtes ; malheureusement, le temps m'a manqué pour élucider cette question que je me propose de reprendre aussitôt que l'occasion s'en présentera.

Je ne dirai que quelques mots de l'appareil reproducteur mâle dont je me suis peu occupé et je m'étendrai surtout sur les quelques faits que j'ai pu recueillir en étudiant l'ovaire et l'œuf du *L. Gouanii*.

J'étudierai successivement l'*ovaire à l'état de repos* et l'*ovaire à maturité*. Dans chacune de ces parties je m'occuperai d'abord de l'*ana-*

tomie de l'ovaire et je terminerai par l'énumération des particularités qui concernent plus spécialement l'*œuf*.

I. *Ovaire à l'état de repos ;* A, *sa structure.* — Quand on ouvre un Lepadogaster femelle pendant la saison d'inactivité reproductrice, on aperçoit au-dessus de l'intestin rectal et de chaque côté de la vessie urinaire deux glandes jaune pâle, allongées, fusiformes, à la surface desquelles on distingue de petits corps arrondis de dimensions diverses ; ce sont les *ovaires*.

Chaque ovaire adhère à la paroi dorsale de la cavité générale par le moyen d'une lame péritonéale percée de larges aréoles ; cette lame se fixe à sa face supérieure et est en continuité de substance avec le feuillet pariétal du péritoine qui tapisse la paroi inférieure des reins; c'est le *mésoarium* (pl. XXXII, fig. 3, 6, *mo* et dans le texte, fig. 1, *m*).

Lorsque, avec un instrument bien affilé, on cherche à ouvrir l'ovaire suivant son méridien inférieur, on voit que cette glande est complètement entourée d'une très mince membrane et que c'est sur cette membrane que se fixe le mésoarium. L'*enveloppe* de l'ovaire à l'état de repos peut atteindre jusqu'à $0^{mm},03$ d'épaisseur; elle est constituée par des faisceaux de minces fibres conjonctives parallèles, pourvues de très petits noyaux allongés dans le sens de la fibre à laquelle ils appartiennent.

Ces faisceaux sont superposés et entre-croisés en divers sens. Dans l'épaisseur de l'enveloppe de l'ovaire rampent de petits vaisseaux dont les parois sont munies de noyaux plus petits que ceux des fibres constitutives de la membrane.

J'ai représenté pl. XXXI, fig. 4, une portion de la membrane d'enveloppe de l'ovaire avec un vaisseau capillaire, il n'y a qu'une couche de fibres parallèles que le graveur a mal rendues.

L'ovaire non seulement adhère à la face supérieure de la cavité générale par l'intermédiaire du mésoarium qui s'attache sur son enveloppe ; mais de plus, cette dernière, qui postérieurement se termine en cône comme la glande qu'elle entoure, se fixe à la paroi du cul-de-sac de la cavité générale et constitue une cavité qui débouche

au sommet de la papille uro-génitale (pl. XXVI, fig. 1, *app;* pl. XXXI, fig. 1, 2, 3, *pug*) au-dessous de l'orifice urinaire.

L'ovaire est donc logé dans la cavité constituée par son enveloppe; mais comment se met-il en rapport avec celle-ci? Quelle est, en d'autres termes, la nature des adhérences qu'il contracte avec elle? C'est ce que je vais expliquer en peu de mots.

J'ai dit plus haut que le méridien de l'enveloppe de l'ovaire, déterminé par la ligne d'adhérence du mésoarium, est le méridien supérieur de cette enveloppe. Or, l'ovaire adhère aussi à celle-ci suivant un de ses méridiens; mais c'est celui qui occupe le milieu de sa face interne; il fait, par conséquent, un angle de 45 degrés avec celui du mésoarium. Il résulte de là, que les deux lignes d'adhérence des ovaires avec leurs enveloppes qui, comme nous le verrons tout à l'heure, correspondent à leurs hiles, se regardent dans l'intervalle des deux glandes (pl. XXXI, fig. 1, 2, 3, *h*).

Examinons maintenant de plus près la façon dont l'ovaire adhère à son enveloppe. Quand on fait une coupe transversale de cette glande, on voit que la membrane qui l'entoure émet, vers le milieu de sa face interne et dans l'intérieur de sa cavité, deux lames qui convergent l'une vers l'autre et qui se réunissent sous un angle aigu (pl. XXXII, fig. 5, 6, *l*) en laissant entre elles un espace vide, prismatique, à peu près triangulaire, (fig. 1, *l*, dans le texte). La masse de l'ovaire est fixée, nous verrons comment, sur la membrane méridienne qui résulte de la soudure de ces deux lames; elle reçoit des vaisseaux dont nous examinerons plus loin la disposition; mais il est indispensable de faire remarquer dès maintenant que ces vaisseaux (artères ou veines) cheminent dans l'épaisseur du mésoarium (pl. XXXII, fig. 5, *vmo*), abordent l'ovaire tangentiellement et, après avoir marché dans l'épaisseur de son enveloppe (*vo*), pénètrent dans sa substance en s'insinuant dans l'une des deux lames dont il a été question plus haut (fig. 5); le méridien déterminé par ces dernières est donc le *hile* de la glande ovarique.

Pour entrer dans la constitution plus intime de l'ovaire il faut de

nouveau avoir recours à l'examen des coupes transversales [1]. On distingue alors de dehors en dedans les parties suivantes :

1° L'enveloppe (fig. 1, *e*);

2° Une membrane limitante extrêmement mince (fig. 1, *eg*) ;

3° Des œufs de diamètres très différents, qui sont tous ou presque tous tangents à la membrane limitante (fig. 1, *o*, *os*) ;

4° Une masse centrale peu considérable formée de lambeaux très délicats, en rapport, d'une part, avec le hile de l'ovaire, et d'autre part, avec les œufs ou avec la membrane limitante (fig. 1, *s*).

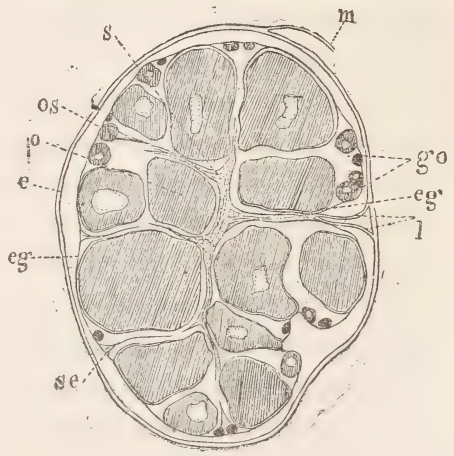


Fig. 1. — Coupe transversale d'un ovaire de *Lepadogaster Gouanii* fixé à l'acide osmique au centième. *e*, enveloppe de l'ovaire ; *eg*, *eg*, épithélium germinatif ; *go*, un groupe de jeunes œufs ; *l*, les deux lames du hile auxquelles s'attache l'épithélium ; *m*, mesoarium ; *o*, œuf qui paraît interne, parce que la coupe ne passe pas par la portion de sa face externe en rapport avec l'épithélium ; *os*, œuf attenant au stroma ; *s*, stroma de la glande ; *se*, lambeau de stroma en rapport avec l'épithélium. Gross., 33 d.

La membrane limitante n'est autre que la couche la plus externe de l'épithélium germinatif, dans laquelle les œufs prennent naissance (pl. XXXII, fig. 4, 5, 6, 7, *eg*) : je l'étudierai en détail, dans un instant, en m'occupant de l'œuf. Néanmoins, je dois dire, dès maintenant, qu'elle est attachée, dans toute la longueur de l'ovaire, aux deux lames qui occupent son hile, lesquelles ne sont que des dépendances de la membrane d'enveloppe (*eo*, fig. 5, 6).

La masse centrale plus ou moins développée (fig. 4, *t*, *t*) est

[1] Les ovaires qui m'ont donné les meilleures coupes ont été fixés à l'acide osmique à 1 pour 100 pendant dix minutes, lavés à l'eau distillée, passés successivement dans les alcools à 30, 70, 90 et 100 degrés, et inclus dans la paraffine après avoir séjourné environ une heure dans le chloroforme saturé de paraffine fusible à 35 degrés. Les injections ont été faites au bleu soluble et les colorations à l'hématoxyline.

le stroma vasculaire de l'ovaire, qu'il est nécessaire d'étudier avec quelque soin.

Ce stroma n'est pas, comme celui de l'ovaire des Elasmobranches[1], une masse compacte formée de nombreuses assises cellulaires parcourues par des vaisseaux ; il est constitué par *une grande quantité de lanières minces séparées par de grands intervalles.* Quand, après avoir privé un ovaire de son enveloppe, on le dissocie[2] avec soin en enlevant tous les gros œufs qui occupent sa périphérie, on reconnaît très bien que son stroma forme un chevelu très épais qui s'attache, d'une part, au hile, et d'autre part, aux œufs et à l'épithélium germinatif; mais pour avoir une idée plus complète de ce chevelu, il faut le porter sous le microscope, après l'avoir convenablement fixé et coloré; on peut alors voir qu'il est formé par un grand nombre de tractus minces diversement ramifiés, dans lesquels on aperçoit de nombreux petits noyaux allongés (pl. XXXI, fig. 11, 12). Si l'ovaire mis en observation a été injecté avec une matière colorée telle que le bleu soluble, on voit très nettement qu'un grand nombre de ces tractus sont parcourus par un vaisseau (fig. 11, 12, *v*), en relation, d'une part, avec les gros vaisseaux que nous avons dit venir se jeter dans l'ovaire en passant par le hile; d'autre part, avec les œufs et la membrane épithéliale de l'ovaire, auxquels ces vaisseaux fournissent de très fins réseaux que nous examinerons bientôt.

B. *Étude de l'œuf.* — Comme je l'ai déjà fait remarquer, la membrane limitante de l'ovaire n'est autre chose que la partie tout à fait superficielle de l'épithélium germinatif. Sur les coupes, cette membrane est tellement mince qu'on ne peut rien voir de sa structure.

[1] F.-M. Balfour, *On the structure and developpement of the Vertebrale Ovary* (*Quart. Journ. of Micr. Science*, XVIII, 1878).

[2] Pour étudier l'ovaire par dissociation, voici le procédé que j'employais : La glande était d'abord privée de son enveloppe, puis divisée au moyen de pinces fines dans l'alcool à 30 degrés; ses éléments étant ainsi fixés étaient ensuite lavés à l'eau distillée, puis colorés avec la solution d'hématoxyline dont j'ai indiqué la composition en faisant l'histologie des ventouses. J'ai toujours obtenu de bons résultats en forçant la coloration et en décolorant ensuite au moyen de la glycérine acétique.

Pour l'étudier avec fruit, il faut la considérer dans un ovaire dissocié par le procédé que j'ai indiqué, et pour éprouver moins de difficulté, dans une glande peu éloignée de l'époque de sa maturité. En se plaçant dans ces conditions, on voit facilement qu'elle est constituée par des cellules polygonales extrêmement aplaties, dont le diamètre varie de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$ (pl. XXXI, fig. 5, *eg*) et dont le noyau est elliptique, large de $0^{mm},006$ à $0^{mm},013$, avec un ou deux nucléoles punctiformes.

Souvent leur paroi n'est pas visible (fig. 6); mais d'autres fois, elle est d'une extrême netteté, et il est alors facile de voir que ces cellules peuvent être disposées en deux couches superposées.

La membrane épithéliale, ainsi constituée, est parcourue par un réseau de capillaires (fig. 6, pl. XXXI), en continuité directe avec les vaisseaux qui occupent l'axe des tractus du stroma.

Les cellules polygonales de l'épithélium germinatif, en se transformant, donnent naissance aux jeunes œufs; le lambeau représenté pl. XXXI, fig. 5, renferme un de ces œufs (*o*). Souvent, ils sont réunis plusieurs ensemble; la figure 6 montre un nid de quatre œufs, et la figure 7 un de huit; ils sont probablement nés par division d'une même cellule épithéliale.

Quand l'œuf grossit, il reste tangent à la membrane dans laquelle il a pris naissance et fait saillie de toute son épaisseur du côté de l'axe de l'ovaire (pl. XXXII, fig. 3, 4, 5, 6).

Les membranes de l'œuf du *Lepadogaster Gouanii* présentent certaines particularités qui méritent d'attirer l'attention. Pour les étudier avec plus de facilité, considérons un œuf de $0^{mm},5$ de diamètre, comme celui qui est représenté planche XXXII, figure 7. A l'intérieur, se trouve une masse vitelline considérable (*vi*), au centre de laquelle on observe facilement la vésicule germinative (*vg*) avec ses nombreuses taches germinatives.

La couche la plus superficielle du vitellus est constituée par des globules transparents de diamètre variable (fig. 2 *ct*), et immédiatement en dehors d'elle, on observe une membrane dont les ca-

ractères sont tellement évidents que je n'hésite pas à la considérer comme une *zona radiata* (fig. 7, *zn*, et fig. 2 dans le texte *zr*). Elle est épaisse de $0^{mm},018$, transparente, marquée de stries radiales très fines, et sa couche interne, plus colorée sur les coupes teintées à l'hématoxyline, est limitée en dedans d'une façon un peu irrégulière, mais cependant très nette.

En dehors de la zona radiata se trouve une autre membrane, dont l'épaisseur diffère très peu de la sienne, et dont la structure est difficile à saisir sur des œufs d'un diamètre aussi petit que celui que nous étudions; mais quand on l'observe sur un œuf plus gros, on voit qu'elle présente de fines stries tangentielles et de fines stries radiales; c'est elle qui deviendra plus tard la coque de l'œuf. On ne peut la considérer autrement que comme une *membrane vitelline* (fig. 7 et 10, *c*, et fig. 2 dans le texte *mv*).

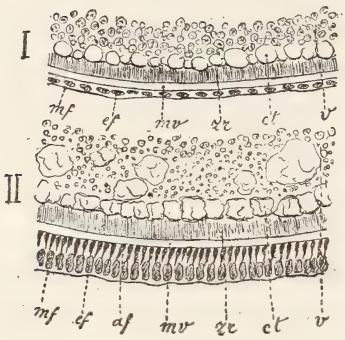


Fig. 2. — I, membranes d'un œuf de *Lepadogaster Gouanii* de même diamètre et de même âge que celui qui a été dessiné en entier, pl. XXXII, fig. 7 (coupe normale à l'*hémisphère libre*); *v*, vitellus; *ct*, couche de globules transparents; *zr*, zona radiata; *mv*, membrane vitelline; *ef*, épithélium folliculaire; *mf*, membrane du follicule.
II. Même œuf (coupe normale à l'*hémisphère de fixation*), mêmes lettres; *af*, appareil fixateur. Gross. 290 d.

En dehors de la membrane vitelline se trouve le *follicule*, qui présente une structure très particulière et que nous devons étudier en détail; mais avant d'entreprendre cette étude, je dois dire qu'en dehors du follicule se trouve une très mince enveloppe qui entoure l'œuf complètement et qui est parcourue par un réseau de capillaires dont je donnerai la description un peu plus loin à propos de la circulation de l'ovaire; cette membrane, tout à fait externe de l'œuf, est la *membrane propre du follicule* (pl. XXXI, fig. 13, 14; XXXII, fig. 7, 8, 10, 11, *mpf* et fig. 2 dans le texte *mf*).

Pour mieux faire comprendre la constitution du follicule, je vais essayer de retracer la manière dont il se forme. Quand on examine, à un fort grossissement, un lambeau d'épithélium germinatif pro-

venant d'un ovaire dissocié et coloré d'après le procédé que j'ai indiqué, on aperçoit autour des jeunes œufs, dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$, une accumulation de noyaux absolument analogues à ceux des cellules de l'épithélium germinatif; ces noyaux appartiennent, en effet, à des cellules provenant par division de celles de cet épithélium, et elles s'accumulent en une couche mince entourant l'œuf, qui n'est autre chose que le follicule. Sur les coupes d'ovaires fixées à l'acide osmique, on distingue très bien cette couche folliculaire; mais ses noyaux sont très difficiles à apercevoir.

Si l'on s'adresse à un œuf plus avancé et mesurant $0^{mm},15$, on voit que les noyaux folliculaires sont devenus beaucoup plus nets; en outre, un changement important a eu lieu; une membrane d'une extrême minceur a fait son apparition en dedans du follicule; elle entoure le vitellus et a probablement été sécrétée par lui, c'est la membrane vitelline. Enfin, à ce stade, l'œuf présente déjà une particularité remarquable que nous allons voir s'accentuer et qui constitue le point le plus intéressant de l'histoire de l'œuf du Lepadogaster : sur son hémisphère interne, le follicule est immédiatement appliqué sur la membrane vitelline, tandis que sur son hémisphère externe, tangent à l'épithélium, ces deux parties sont séparées par une couche transparente qui s'amincit et finit par s'annuler à mesure qu'on s'éloigne du pôle externe, de sorte qu'elle affecte la forme d'une cupule à bords minces. Cette couche transparente hémisphérique est le *premier rudiment de l'appareil fixateur de l'œuf*. Ainsi, sur un œuf dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},15$, on trouve déjà le rudiment de l'appareil fixateur, et, ce qui est plus curieux, c'est que déjà, à ce stade très primitif, l'œuf est orienté dans l'ovaire : l'hémisphère correspondant à la partie qui, plus tard, sera aplatie et fixée, est externe et tangent à l'épithélium germinatif; l'autre, qui sera libre, est tourné vers le stroma de la glande ovarique.

A mesure que l'œuf grossit, un autre caractère vient encore accen-

tuer la différence déjà très grande qu'il y a entre ses deux hémisphères, c'est que les cellules folliculaires de son hémisphère interne restent aplaties tandis que celles de l'autre se renflent, leurs noyaux deviennent ovoïdes, volumineux et forment une couche épaisse dans toute la région qu'elles occupent.

Maintenant que j'ai esquissé à grands traits le développement du follicule, je vais le décrire tel qu'on peut l'observer dans un œuf d'un diamètre de 1 millimètre non encore déprimé, comme cela a lieu plus tard au moment de l'éclosion.

Quand on prend un tel œuf dans un ovaire dissocié d'après le procédé que j'ai décrit et qu'on parvient à décoller la moitié du follicule qui recouvre son hémisphère libre, on voit qu'il est composé de cellules hexagonales avec un noyau peu volumineux; sur les coupes, on observe que ces cellules sont extrêmement aplaties et étroitement appliquées sur la coque lorsque les réactifs n'ont pas changé les rapports des parties (pl. XXXII, fig. 10, *f* et fig. 2 dans le texte, *ef*)).

Si, au contraire, on observe l'hémisphère externe de l'œuf, on voit quelque chose d'absolument différent : il est recouvert d'un réseau formé par des faisceaux de filaments sinueux laissant entre eux des mailles allongées qui affectent la forme de losanges à angles très arrondis. Au centre de chacune de ces mailles se trouve un gros noyau de cellule (fig. 9). Les coupes nous apprennent qu'entre la coque et le feutrage à gros noyaux se trouve une couche de petits corps coniques dont la base est collée à la paroi externe de la coque et dont la pointe s'insinue entre les noyaux (fig. 8 et fig. 2 dans le texte, *af*). Quand nous étudierons l'œuf éclos nous verrons que ces petits corps coniques sont tous bifurqués, que leurs deux extrémités constituent le feutrage de l'hémisphère externe de l'œuf et enfin que ce feutrage n'est autre chose que l'appareil au moyen duquel les Lepadogasters fixent leurs œufs sous les pierres, les coquilles ou dans les souches de Laminaires.

Quelle est l'origine de l'appareil fixateur que je viens de décrire très rapidement et qui occupe l'hémisphère externe de l'œuf dans

l'ovaire? Je n'hésite pas à répondre qu'il est sécrété par le follicule. En effet, si nous nous reportons aux œufs de $0^{mm},15$, nous verrons qu'à ce stade, la membrane vitelline étant déjà représentée sur les coupes par une ligne très mince, l'appareil fixateur ne consiste qu'en une couche transparente non différenciée. Immédiatement après, on aperçoit sur la membrane vitelline, dans toute l'étendue de l'hémisphère de fixation, une bande de granules d'une extrême petitesse qui sont les premières indications des petits cônes de l'appareil fixateur.

Ces petits granules, qui occupent la face externe de la membrane vitelline et qui sont de formation secondaire par rapport à elle, ne peuvent tirer leur origine que du follicule, sans quoi ils apparaîtraient avant elle. Un autre argument de grande valeur est celui-ci : sur tout l'hémisphère libre de l'œuf, les cellules du follicule, qui n'ont à jouer aucun rôle, sont considérablement aplaties; mais, à mesure qu'on s'avance vers son équateur, on voit les cellules devenir plus volumineuses, et, au pôle de l'hémisphère de fixation, elles ont des noyaux relativement énormes; autrement dit, sur la surface de l'œuf, le développement de l'appareil fixateur est en raison directe du volume des cellules du follicule qui lui correspondent (pl. XXXII, fig. 4 et 7).

Je dois maintenant compléter les quelques mots que j'ai dits plus haut de la *membrane propre du follicule*. C'est une enveloppe d'une minceur excessive située en dehors du follicule et qui entoure l'œuf complètement; c'est sur elle que viennent se fixer les tractus du stroma de l'ovaire (pl. XXXI, fig. 11); elle est parsemée de petits noyaux elliptiques que l'hématoxyline colore en violet clair (pl. XXXI, fig. 14).

Sur son hémisphère externe la membrane propre du follicule émet une mince collerette cylindrique ou conique (pl. XXXII, fig. 7, *me*) qui réunit l'œuf à l'épithélium germinatif (*eg*) quand il a déjà acquis un certain diamètre.

Maintenant que j'ai décrit l'enveloppe de l'ovaire, son mésoarium,

son épithélium germinatif, son stroma et les membranes de l'œuf, je puis aborder l'étude de sa circulation.

Quand on a poussé une injection au bleu soluble dans la veine cardinale d'un Lepadogaster, voici ce qu'on peut observer dans l'ovaire : à la face externe de chaque œuf se trouve un cercle veineux (pl. XXXI, fig. 8, 9, 13, *cv*) qui est situé dans la membrane propre du follicule au point même où elle se soude à la collerette qui la relie à l'épithélium germinatif (pl. XXXII, fig. 7, *cv*); le centre de ce cercle veineux coïncide donc avec le pôle de fixation de l'œuf. Un lacis de vaisseaux situé dans l'épaisseur de la membrane propre du follicule prend naissance à la surface de l'œuf et se jette dans le cercle veineux par un nombre assez considérable de capillaires dont la disposition est radiaire (pl. XXXI, fig. 8, 9, 10, 13, *mv*; pl. XXXII, fig. 1, *jo*). Des vaisseaux plus gros recueillent le sang qui a circulé dans les réseaux des œufs (pl. XXXI, fig. 8, *vs*).

L'épithélium germinatif renferme, comme je l'ai dit plus haut, un riche lacis de vaisseaux capillaires veineux (pl. XXXI, fig. 6, 7, *v*) qu'on retrouve sur les coupes transversales de l'ovaire (pl. XXXII, fig. 4, *vo'*). Le sang provenant des œufs et de l'épithélium se rend finalement dans les vaisseaux qui parcourent les tractus du stroma et vient se rassembler dans les veines ovariques. Celles-ci, comme nous l'avons déjà vu, sont logées dans l'une des lames de l'enveloppe de l'ovaire (fig. 5), marchent dans cette enveloppe, arrivent dans le mésoarium et vont se jeter dans le réseau capillaire du rein ; elles contribuent, par conséquent, à former le système porte rénal. Il y a généralement trois veines ovariques, mais leur nombre peut être plus considérable (fig. 1, 3, *vo*, pl. XXXI).

Les capillaires veineux de l'enveloppe de l'ovaire se jettent dans les veines ovariques.

Quand on pousse la masse à injection dans l'aorte on voit facilement que les artères ovariques suivent exactement le trajet des veines, dans le mesoarium et dans l'enveloppe de l'ovaire ; mais au delà du hile la masse à injection pénètre très difficilement, et si on

pousse plus fort on la voit s'engager dans les artères intercostales, revenir par les veines du même nom qui se jettent dans le rein et passer dans les veines ovariques d'où elle pénètre dans les plus fins capillaires des œufs. On ne peut donc injecter directement les capillaires artériels; il faudrait, pour que la masse à injection les pénétrât, remplir tout le système veineux avec un liquide coagulable et pousser ensuite fortement une injection très pénétrante dans l'aorte. Le temps m'a manqué pour faire cette expérience et je ne sais si les résultats que j'aurais pu obtenir m'auraient dédommagé des difficultés que j'aurais eu à surmonter. Quoi qu'il en soit, je crois que les artères suivent les tractus du stroma et se rendent de là à l'épithélium germinatif et à l'hémisphère libre de chaque œuf; les capillaires artériels entourent l'œuf, deviennent veineux sur son hémisphère fixé et reviennent au hile par les tractus. Autrement dit, je pense que les vaisseaux qui sillonnent la membrane propre du follicule ne sont pas des veines accompagnées d'artères satellites que je n'ai pu injecter; mais qu'ils sont veineux sur l'hémisphère fixé et artériels sur l'hémisphère libre.

II. *Ovaire à maturité ;* A, *sa structure.* — Quand on examine un ovaire quelque temps avant qu'il n'arrive à complète maturité, comme ceux qui sont représentés pl. XXXI, fig. 1, on voit qu'à sa surface se trouvent de nombreux œufs volumineux, égaux, jaunes, dans les intervalles desquels s'en trouvent d'autres, disposés par petits groupes, de dimensions très diverses et presque blancs. Les détails que j'ai donnés sur la structure de l'ovaire permettent de se rendre un compte exact de la structure réelle à laquelle correspond cette apparence extérieure.

Si au lieu de s'adresser à un ovaire comme celui dont je viens de parler, on examine une glande parfaitement mûre, appartenant à un animal prêt à pondre, voici ce qu'on observe : dans un Lepadogaster de 46 millimètres de largeur les ovaires atteignent 13 millimètres et sont larges de 3 millimètres; les œufs, régulièrement disposés à leur surface, sont polygonaux et ont à peu près tous le

même diamètre, c'est-à-dire $1^{mm},5$; ils sont jaune-citron ou jaune d'or, légèrement convexes et séparés par des intervalles linéaires blanchâtres ; leur centre est toujours marqué d'une très petite tache noire à centre blanc et ils renferment de nombreuses vésicules graisseuses très réfringentes, comme les œufs pondus (pl. XXXI, fig. 2, 3 ; pl. XXXII, fig. 2, *cq*) ; ces œufs sont arrivés à complète maturité et prêts à être expulsés de l'ovaire. Les petits œufs blanchâtres, qui étaient encore si abondants dans l'ovaire non encore à maturité et qui étaient distribués un peu sur toute la surface de la glande, ici, sont localisés uniquement dans la région du hile et ne sont pas toujours visibles sur toute l'étendue de ce dernier (pl. XXXI, fig. 2, 3, *oj*).

Enfin, l'ovaire, dans son ensemble, est transparent comme les œufs nouvellement pondus ; seulement il contient un cordon jaune pâle opaque, dont le diamètre est à peu près le tiers du sien ; ce cordon n'occupe pas l'axe de l'organe, il est rejeté vers le hile. Nous verrons tout à l'heure qu'il représente l'ovaire de nouvelle formation.

Pour bien comprendre la structure intime de l'ovaire à maturité, il est nécessaire de l'étudier d'abord par la dissection fine et ensuite par les coupes.

Quand on fend l'enveloppe d'un tel ovaire suivant celui de ses méridiens qui est opposé au hile, on voit que le revêtement de gros œufs dont nous avons parlé plus haut est, à ce stade, libre de toute adhérence dans la cavité de l'enveloppe, de telle sorte qu'on peut, en procédant avec précaution, séparer complètement du reste de l'ovaire les œufs mûrs qui forment à sa surface une couche périphérique régulière. Quand cette opération est effectuée, l'ovaire se trouve divisé en deux parties : 1° un fuseau creux, fendu suivant le méridien qui correspondait au hile, composé d'une couche régulière d'œufs accolés les uns à côté des autres, *hémisphériques*, et à base polygonale par compression réciproque [1] ; 2° un gros cordon

[1] Quand on développe cette couche d'œufs périphériques prêts à être pondus, on obtient une plaque affectant la forme d'un ovale allongé à extrémités atténuées, ses deux bords (*b*, *b*, fig. 2, pl. XXXII) sont sinueux et s'engrenaient l'un dans l'autre.

formé d'œufs jaune pâle, très jeunes, de différents diamètres, qui n'est autre chose que la masse des œufs destinée à former l'ovaire de l'année suivante (pl. XXXII, fig. 1, 3, *jo*, fig. 4). C'est cette masse de jeunes œufs, cet ovaire futur, qu'on aperçoit dans la région du hile sur l'ovaire intact (pl. XXXI, fig. 2, 3, *oj*) et c'est elle qui constitue le cordon opaque dont j'ai parlé un peu plus haut.

Une autre préparation fait très bien comprendre l'anatomie de l'ovaire mûr. Après avoir fendu l'enveloppe de cet organe suivant le méridien opposé au hile, on rabat sur les côtés ses deux lambeaux sans chercher à extraire l'ovaire futur; on fend ensuite sur toute sa longueur la couche des œufs mûrs suivant le même méridien et on développe de chaque côté la moitié de cette couche. Quand cette préparation est faite avec soin, on aperçoit en son milieu un gros boudin qui est l'ovaire jeune, et, sur les côtés, les œufs mûrs périphériques vus par leur hémisphère libre ou interne et déformés par pression réciproque. C'est sur une préparation analogue à celle-ci qu'a été dessinée la figure 1, pl. XXXII.

Quand on s'adresse à un ovaire volumineux, il arrive souvent qu'on trouve, en dedans de la couche périphérique dont je viens de parler, une seconde couche incomplète d'œufs mûrs dont l'appareil fixateur est dirigé vers la superficie de l'ovaire. J'expliquerai plus loin par suite de quel processus ces œufs ont pris une position interne par rapport aux autres.

Si, au lieu de disséquer un ovaire intact, on prend la précaution de l'injecter auparavant, on acquiert encore un certain nombre de notions intéressantes. Un ovaire parfaitement mûr et injecté au bleu soluble fait voir que les œufs mûrs sont absolument privés de vaisseaux et qu'aucun réseau capillaire n'occupe sa superficie; l'ovaire jeune s'injecte, comme le fait d'ordinaire un ovaire à n'importe quel stade; on l'aperçoit par transparence au travers de la couche des

La figure 2, pl. XXXII, représente une extrémité de cette plaque d'œufs vue par sa face externe, elle a été coupée en *a*; ses deux bords *b*, *b*, correspondaient au hile et laissaient voir, là où ils étaient écartés, quelques-uns des œufs de l'ovaire jeune.

œufs périphériques (pl. XXXI, fig. 3, *fo*) et quand on fait la préparation que j'ai indiquée quelques lignes plus haut, on trouve sur les jeunes œufs les réseaux capillaires que j'ai déjà décrits en étudiant la circulation de l'ovaire.

Ainsi les vaisseaux qui mettaient en rapport les œufs avec le stroma sont atrophiés et ces derniers sont, par cela même, devenus libres de toute adhérence avec les parties centrales de l'ovaire. Quelque temps avant la maturité on observe encore, à la surface de l'ovaire jeune, de nombreux paquets de minces tractus qui le retiennent encore aux œufs de la couche périphérique (pl. XXXII, fig. 4, *f*, *f*, *f*).

Voyons maintenant ce que les coupes vont nous apprendre sur la structure de l'ovaire à maturité. La simple dissection nous a montré que les ovaires d'un diamètre ordinaire ne renferment qu'une couche d'œufs périphériques (pl. XXXI, fig. 2), tandis que ceux qui sont renflés en renferment deux couches (pl. XXXI, fig. 3). Sur les coupes, nous retrouvons la même particularité (pl. XXXII, fig. 3, *op*, *op'*). Comment ces œufs périphériques internes sont-ils venus occuper cette position? Quand on examine les sections transversales d'un ovaire non encore mûr, on trouve beaucoup d'œufs qui paraissent n'être pas en rapport avec l'épithélium germinatif et occuper une situation interne par rapport aux autres; mais, si l'on veut se donner la peine de les suivre sur un grand nombre de coupes, on voit, au contraire, qu'ils sont presque tous appliqués sur l'épithélium par une portion variable de leur hémisphère fixé. Cependant, quelques-uns sont internes dans toutes les coupes qui les contiennent; comment ont-ils abandonné la surface de l'ovaire et quel rapport ont-ils avec l'épithélium germinatif? Les coupes transversales et longitudinales montrent que ces œufs, comme tous les autres, ont pris naissance sur l'épithélium; seulement ils se sont enfoncés entre leurs voisins par un phénomène mécanique de pression réciproque, en entraînant avec eux un cul-de-sac plus ou moins long formé par l'épithélium et situé entre les œufs les plus superficiels. Par ce pro-

cédé les œufs centraux se trouvent rejetés mécaniquement dans une région où ils peuvent trouver place et cela n'est dû uniquement qu'à la croissance considérable de ceux qui les entourent.

Les coupes, dans l'ovaire mûr, nous montrent que l'épithélium germinatif est complètement résorbé ; les œufs périphériques externes et internes sont donc libres de toute adhérence avec l'ovaire. Je crois utile de faire remarquer, que si le processus qui rend profonds quelques-uns des œufs superficiels se généralisait beaucoup, la structure de l'ovaire serait en apparence profondément modifiée et deviendrait beaucoup plus difficile à comprendre.

La disparition de l'épithélium germinatif entraîne avec elle un fait important : les œufs voisins du hile n'adhèrent plus aux deux lames de l'enveloppe, de sorte qu'on peut extirper l'ovaire jeune sans rien déchirer, en se contentant de fendre cette dernière longitudinalement.

Les rapports de l'épithélium germinatif de nouvelle formation (appartenant au jeune ovaire), avec les deux lames que l'enveloppe porte dans la région du hile, sont les mêmes que ceux que j'ai déjà décrits et figurés (pl. XXXII, fig. 6, *l*) pour l'ovaire au repos.

Quand on observe, à un faible grossissement, une coupe telle que celle que j'ai déjà dessinée planche XXXII, figure 3, on voit que l'ensemble des œufs périphériques est entouré d'une sorte de membrane interrompue par place entre les œufs. Avec un peu d'attention, on reconnaît facilement que cette formation n'est autre chose que l'ensemble des appareils fixateurs des œufs (pl. XXXII, fig. 3, *af*).

Chaque œuf s'est déformé, et d'ovoïde qu'il était, est devenu hémisphérique en s'appliquant par sa base de fixation sur l'enveloppe de l'ovaire. L'appareil fixateur, qui, dans les précédents stades, couvrait tout l'hémisphère externe de l'œuf, est maintenant aplati comme cet hémisphère; mais il forme encore une cupule dont le bord, libre de toute adhérence avec la coque, s'accole aux bords de toutes les cupules voisines.

Nous verrons plus loin que le bord de chaque cupule fixatrice forme la frange de l'appareil fixateur, et comme cette frange, ainsi que le reste de l'appareil, est molle et gluante, les œufs adhèrent assez fortement les uns aux autres dans l'ovaire même.

Au moment de la ponte, la femelle, par la contraction de ses muscles grands latéraux et grêles du tronc, expulse ses œufs et les dépose régulièrement les uns à côté des autres sous les pierres (*L. Gouanii* et *Candollii*), dans les souches de *Laminaria bulbosa* (*L. bimaculatus*, Roscoff) ou dans les coquilles vides (*L. bimaculatus*, Banyuls).

L'expulsion des œufs diminue considérablement le volume du contenu de l'ovaire et donne lieu à la formation d'une cavité périphérique énorme comprise entre le jeune ovaire et l'enveloppe de l'ancien. Cette cavité ne tarde pas à devenir virtuelle par le retrait considérable de cette enveloppe, qui s'effectue immédiatement après la ponte.

Malgré tous les efforts que j'ai faits pour saisir les changements qui s'opèrent dans l'ovaire quand il passe de l'état d'inactivité à l'état de maturité parfaite, il y a un point important que je n'ai pu élucider encore.

Dans l'ovaire non à maturité, tous les jeunes œufs sont superficiels, car ceux que la partie centrale de la glande renferme appartiennent en réalité à la couche périphérique.

La localisation de ces œufs est toute différente dans l'ovaire à maturité; là, ils ont totalement disparu de la périphérie, et l'ovaire de nouvelle formation occupe la partie axiale de la glande.

Autrement dit, les jeunes œufs occupent l'axe de l'ovaire mûr et sont à la périphérie de celui qui ne l'est pas.

Comment passer de la seconde forme à la première? Comment expliquer la différence de structure des deux glandes?

Deux hypothèses peuvent être proposées.

Dans le premier cas, on peut supposer que l'épithélium germinatif se résorbe en regard de chaque œuf destiné à mûrir (ce qui est

d'accord avec les faits), et que tous les jeunes œufs émigrent de la périphérie vers le centre en conservant leurs rapports avec le stroma. On serait alors obligé d'admettre que tous les lambeaux d'épithélium, auxquels sont accolés les groupes de jeunes œufs, se sont ressoudés de manière à reconstituer l'épithélium germinatif de l'ovaire de nouvelle formation. Ce processus paraît bien singulier et il me semble bien difficile d'admettre qu'il préside au changement que je cherche à expliquer.

La seconde hypothèse est la suivante : les œufs périphériques se résorbent, et le nouvel ovaire se forme aux dépens de la masse centrale de l'ancien, en dedans des œufs mûrs périphériques.

Si cette hypothèse est l'expression de la vérité, il faut, de toute nécessité, admettre que les tractus du stroma renferment des cellules d'origine épithéliale, et que l'épithélium du nouvel ovaire se reconstitue par la prolifération de ces cellules. Or, quoique j'aie constamment appelé *stroma vasculaire* la masse des tractus qui occupe l'axe de l'ovaire, je reste bien persuadé que ces tractus non seulement représentent le stroma vasculaire (ceci n'est pas discutable), mais encore qu'ils renferment des cellules épithéliales primitivement superficielles et devenues profondes par la suite, comme cela a lieu d'ordinaire chez les vertébrés. Plusieurs observations me confirment dans cette manière de voir, car, dans certains ovaires, j'ai trouvé des tractus renfermant de jeunes œufs qui s'étaient développés dans leur épaisseur.

A tout prendre, la résorption des jeunes œufs périphériques est chose peu difficile à admettre, quand on considère que lorsque l'ovaire arrive à maturité, l'épithélium germinatif et une bonne partie du stroma et des vaisseaux disparaissent sans laisser de traces.

D'autre part, la face externe de l'épithélium du nouvel ovaire est couverte de filaments qui n'existeraient pas s'ils étaient le résultat de la soudure des lambeaux de l'épithélium primitivement formé qui en est privé ; tandis que si cet épithélium s'est formé par prolifération des cellules épithéliales du stroma, on comprend fort bien

qu'il ait d'abord été en continuité de substance avec les œufs périphériques et qu'il s'en soit séparé ensuite petit à petit, en conservant avec eux quelques points d'attache. Enfin l'ovaire jeune renferme des formations dont je ne comprends pas la signification, mais qui sont certainement produites par la prolifération de la masse centrale de l'ovaire; ce sont des sillons profonds de l'épithélium germinatif (pl. XXXII, sur le côté droit de la fig. 4) qui se transforment en véritables canaux par la soudure de leurs bords; leurs parois, relativement très épaisses, renferment de très petits noyaux rangés régulièrement.

En résumé, d'après la structure de l'ovaire mûr, il ne me paraît pas douteux que l'ovaire jeune se forme chez lui par la prolifération des cellules épithéliales du stroma.

B. *Etude de l'œuf mûr.* — Pour l'œuf mûr, je me bornerai à étudier uniquement l'appareil fixateur. Dans un ovaire tel que celui qui a servi à dessiner la figure 3, planche XXXII, la coque est très épaisse et offre la structure que j'ai déjà décrite (fig. 10); la *zona radiata* est depuis très longtemps disparue; le follicule et sa membrane propre, qui s'observent encore sur des œufs de plus de 1 millimètre, font totalement défaut ici [1].

Quand on regarde la base de la coque d'un œuf pondu sous un grossissement moyen, on aperçoit au milieu un petit cercle clair entouré d'une zone foncée. Cette apparence tient à ce que la base de la coque présente en son centre une dépression peu profonde, autour de laquelle règne une zone plus épaisse (pl. XXXII, fig. 11, *cq*). Ce détail de structure, dont j'ai déjà parlé en décrivant l'extérieur de l'ovaire, permet de reconnaître avec une simple loupe et sans dissection aucune ce que nous savons depuis longtemps, c'est-à-dire que tous les œufs sont appliqués sur la paroi de l'ovaire par la face même, qui, lors de la ponte, sera collée au moyen de l'appareil fixateur.

[1] La coupe représentée figure 3, pl. XXXII, passe par le centre de la coque de deux œufs périphériques (*cq* ,*cq*), et on voit, quoique le grossissement soit trop faible,

Sur toute la base de la coque se trouvent disposés une quantité considérable de petits bâtonnets, tous semblables et tous dirigés vers le centre (pl. XXXII, fig. 8, *fa*, 11, *af;* XXXIV, fig. 2, *ff*, *ff*).

Chacun d'eux, vu sous un fort grossissement, se montre formé par un très petit cylindre dont l'une des extrémités, légèrement excavée, s'applique étroitement sur la face inférieure de la coque, tandis que l'autre reste libre et se divise en deux cônes divergents qui vont en s'amincissant progressivement, jusqu'à devenir d'une ténuité extrême.

Toute cette face inférieure, et même le pourtour de la face convexe, est ainsi tapissée par une quantité considérable de ces cylindres bifurqués qui, tous, sont orientés suivant un rayon. Les appareils du bord de la coque sont plus gros et plus longs que les autres (pl. XXXIV, fig. 1), leurs filaments terminaux sont très longs, se prolongent beaucoup au delà du bord de la base de l'œuf (*bc*) et forment autour de lui une large frange, feutrée, irrégulière. Celle-ci est invisible dans l'œuf qui a encore son follicule, car elle est appliquée sur la coque ; dans l'œuf mûr (pl. XXXII, fig. 3), elle est encore réfléchie du côté du pôle libre de l'œuf, mais elle commence à se décoller de la coque et adhère à celles des œufs voisins.

Au moment où l'œuf est pondu, les deux filaments terminaux de chaque petit cylindre sont mous ; ils se collent facilement aux moindres aspérités de la surface sur laquelle ils sont appliqués, puis se solidifient sous l'eau, et l'œuf se trouve ainsi solidement attaché au substratum sur lequel la mère le dépose.

Quand on dissocie un ovaire à maturité et qu'on dépose les œufs qu'il contient sur une surface polie, si on vient à les appuyer doucement, ils se collent. Les filaments de l'appareil fixateur adhèrent même aux instruments dont on se sert, et beaucoup d'œufs restent

que ce détail de structure est le même que chez le *L. bimaculatus* (fig. 11). La figure 2 représente en plan, à un grossissement suffisant, le centre blanc entouré de noir qui permet de reconnaître l'orientation de l'œuf dans l'ovaire, et la figure 3, pl. XXXIV, le fait voir grossi 700 fois environ.

collés au fond de la cuvette dans laquelle on a fait la dissection.

Testicule. — Je ne veux dire que quelques mots du testicule du *Lepadogaster bimaculatus* dont j'ai donné une figure dans ma planche XXXIII.

Quand on observe cette glande sous le microscope sans lui avoir fait subir aucune préparation, on voit qu'elle présente deux faces : une externe et une interne. La première laisse voir une grande quantité de petits lobules (fig. 1, *g*) disposés sans ordre à côté les uns des autres, dans l'intérieur desquels sont secrétés les spermatoblastes ; la seconde est différente, elle est marquée d'une ligne médiane qui n'est autre que le hile, et elle porte deux rangées de lobules comme ceux qu'on aperçoit sur la face externe. Tous les lobules sont ainsi disposés radialement par rapport au hile. Les spermatozoïdes n'offrent rien de particulier à signaler.

XIV

DÉVELOPPEMENT

Les quelques faits que j'ai recueillis sur le développement des Lepadogasters m'ont été fournis par les embryons et par les jeunes ; le présent paragraphe sera donc divisé en deux parties.

A. *Embryons.* — Pour apporter plus de clarté dans l'exposé qui va suivre, j'examinerai d'abord les caractères *extérieurs* des embryons à différents stades ; puis j'étudierai avec quelque détail un petit nombre de points de leur organisation, car l'embryogénie complète de l'animal que j'ai étudié m'aurait entraîné bien au delà du cadre de ce mémoire.

I. *Extérieur.* — 1° *Lepadogaster Gouanii.* — Les œufs de cette espèce se trouvent sous les pierres, dans tous les points où elle vit. A Roscoff, on peut les récolter depuis la fin de mai jusqu'à la fin d'août, tandis qu'à Banyuls on les trouve déjà à la fin d'avril et ils disparaissent vers fin de juillet. On ne peut les confondre avec ceux d'aucune autre espèce côtière ; ils sont disposés à la face inférieure des

pierres, par plaques de 200 à 250, et on trouve presque toujours, sous la pierre qui les porte, un ou deux Lepadogasters ; ce sont très probablement la femelle qui les a pondus et le mâle qui les a fécondés. Ces œufs sont généralement d'un beau jaune d'or, quelquefois jaune très clair ; à mesure qu'ils vieillissent, ils deviennent de plus en plus gris ; cela tient à la présence des chromatophores noirs qui sont de plus en plus abondants à mesure que l'embryon approche du moment de l'éclosion. Leur forme est demi-ellipsoïdale et leurs dimensions sont les suivantes : longueur, $1^{mm},8$; largeur, $1^{mm},5$; épaisseur, 1 millimètre. En disséquant des Lepadogasters prêts à pondre, j'avais déjà acquis la certitude que les œufs que je viens de décrire leur appartiennent, mais les pontes que j'ai obtenues en captivité m'ont enlevé les quelques doutes que j'aurais pu conserver encore à cet égard.

Immédiatement après la fécondation, l'œuf consiste en une coque renfermant une grosse masse vitelline coiffée à un de ses pôles par le vitellus formatif. A ce moment, l'orientation est assez nettement déterminée : l'axe de symétrie de l'œuf est dirigé dans le sens de la plus grande dimension de la coque ou fait seulement un petit angle avec elle. La segmentation n'offre rien de particulier à signaler ; elle demande vingt-quatre heures, et le matin du deuxième jour, le blastoderme se présente sous la forme d'un ménisque concavo-convexe, un peu plus volumineux et un peu plus surbaissé que celui qui formait le vitellus plastique avant la segmentation (pl. XXXIII, fig. 2).

Aussitôt formé, le blastoderme s'étend sur le vitellus, et au bout de sept heures, il affecte la forme que j'ai représentée planche XXXIII, figure 3.

Le troisième jour[1] (quatorze heures après le stade de la fig. 3), le

[1] Si on compare ce que je dis ici du développement de l'embryon de *L. Gouanii* avec ce que j'en ai dit dans la note qui se trouve insérée aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (19 décembre 1887), on trouvera quelques différences dans les changements correspondants aux différents jours ; elles tiennent en partie à des erreurs d'observations, en partie à de réelles différences dans la rapidité avec laquelle se développent les embryons élevés en captivité.

blastoderme a dépassé de beaucoup l'équateur du vitellus; la bague embryonnaire a disparu, et le rudiment embryonnaire est d'une parfaite netteté ; il présente un léger renflement qui indique le point où va se former l'œil; ceci montre que le rudiment embryonnaire a son extrémité céphalique dirigée du côté du pôle blastodermique et la queue du côté du blastopore.

L'apparition du rudiment embryonnaire détruit la symétrie axiale de l'œuf; à partir de ce moment, il est symétrique par rapport à un plan parallèle à la base de fixation de la coque (fig. 4, *re*).

Bientôt (dix heures après le stade représenté fig. 4) les rudiments oculaires se développent; mais aucune invagination ne se voit encore; l'embryon atteint, mais ne dépasse pas le profil antérieur de l'œuf; le blastopore est complètement fermé et la vésicule de Kuppfer n'existe pas encore (fig. 5).

Le quatrième jour est marqué par des changements importants : la fossette olfactive fait son apparition (*ol*, fig. 7) l'œil commence à s'invaginer et l'oreille naît sous la forme d'un petit espace clair, oval (*ot*, fig. 7) encore dépourvu d'otolithes, à une distance du rudiment oculaire égale au double de sa propre longueur. La vésicule de Kupffer est complètement développée et l'embryon, qui fait maintenant fortement saillie sur le vitellus, compte 9-10 somites (fig. 6).

Le cinquième jour (vingt-quatre heures après le stade représenté fig. 6) l'embryon a des caractères bien nettement marqués : les cristallins sont presque complètement inclus dans les yeux, les oreilles se présentent sous la forme d'une courbe elliptique en renfermant une autre plus petite ; le nombre des somites est très considérable, la corde est visible sur une grande longueur et la queue, qui est très saillante, ne tardera à se détacher de la vésicule ombilicale. Le cœur bat, mais le sang ne circule pas encore ; enfin, les chromatophores ont fait leur apparition sous la forme de points noirs d'une excessive petitesse *dispersés sans ordre sur toute la moitié postérieure du corps*. C'est un caractère important qui, à lui seul, peut

servir à distinguer l'embryon du *L. Gouanii* de celui des *L. Candollii* et *bimaculatus*. Ce stade coïncide avec la disparition de la vésicule de Kupffer (fig. 8).

Du cinquième au sixième jour, l'embryon change de position dans la coque : son plan de symétrie qui était parallèle à la base de fixation de l'œuf lui devient perpendiculaire ; le jeune animal a alors sa face ventrale tournée vers l'hémisphère libre de la coque et par conséquent dirigée en bas, puisque cet hémisphère est tourné vers le sol.

Le sixième jour (fig. 9), l'œil a son cristallin tout à fait inclus et le pigment noir commence seulement à se montrer autour de lui ; les chromatophores sont maintenant très nombreux et beaucoup plus gros qu'ils ne l'étaient au cinquième jour. A ce stade, la circulation est franchement établie, le cœur a une seule cavité et bat très activement ; les otolithes, au nombre de deux, se présentent comme deux très petits points ; l'embryon a des mouvements fréquents, sa queue est libre sur une bonne longueur.

Le septième jour (fig. 10), la queue est très allongée et le bourrelet intestinal très visible à sa base ; le cœur n'a toujours qu'une cavité ; les chromatophores jaunes et rouges n'existent pas encore ; les yeux sont couverts de pigment noir, mais ils n'ont pas encore l'éclat métallique ; enfin, un point important doit être noté : la pectorale a fait son apparition sous la forme d'un petit mamelon situé sur le dos de la vésicule ombilicale au niveau du point où se détache la grosse veine transversale qu'on observe à la partie antérieure de cette vésicule.

Le huitième jour, les chromatophores rouges font leur apparition surtout sur la queue, le cœur a deux cavités, le pigment des yeux est augmenté mais l'éclat métallique n'est pas encore franchement développé ; la pectorale est très visible ; la mâchoire inférieure se voit assez nettement.

A ce stade, apparaît sur la tête de l'embryon une formation dont la nature m'échappe, parce que le temps m'a manqué pour l'étudier

complètement et pour faire à son sujet les recherches bibliographiques nécessaires. En étudiant plus loin les coupes que j'ai faites dans les embryons de *L. Gouanii*, j'aurai à revenir sur cette formation; pour le moment, je me contenterai de la décrire telle qu'on la voit sur le vivant.

Entre les yeux on aperçoit un espace elliptique, allongé transversalement (pl. XXXIII, fig. 13, *c*), dans lequel on ne peut distinguer aucun détail; en avant de cet espace, se trouve un organe affectant la forme d'une urne évasée à parois épaisses (*cp*) que la figure 13 représente vue de profil et qui est vue de face dans la figure 14. Deux vaisseaux très superficiels transversaux (*v*), dans lesquels le sang se dirige de dehors en dedans, se réunissent à l'ouverture de l'urne; la branche anastomotique qui en résulte pénètre dans celle-ci, en ressort et se divise en deux vaisseaux dans lesquels le courant est dirigé de dedans en dehors (fig. 13).

Le neuvième jour est marqué par un seul changement intéressant: c'est que les yeux ont acquis leur éclat métallique qui maintenant s'aperçoit à l'œil nu. La mâchoire inférieure s'est beaucoup allongée et présente de chaque côté une bande de chromatophores noirs (fig. 11); la queue est très longue et les pectorales ont beaucoup augmenté depuis le jour de leur apparition.

L'embryon âgé de dix jours présente quelques caractères importants à signaler : les chromatophores jaunes ont fait leur apparition, la mandibule inférieure s'est beaucoup allongée et la *bouche est ouverte depuis peu*. La figure 14 représente l'organe énigmatique de la partie supérieure de la tête au dixième jour, la différence que cette figure présente avec la figure 13 n'est pas due à un changement de forme mais à ce que la cupule (*c*) en forme d'urne est vue dans le sens de son axe de symétrie au lieu d'être vue perpendiculairement à cet axe.

A ce stade, le squelette primitif de la pectorale se voit sous la forme d'une mince baguette très réfringente; c'est la partie fibreuse de ce squelette.

Au onzième jour, j'ai constaté que l'embryon a trois arcs branchiaux, mais je n'oserais pas affirmer que ce caractère n'a pas été acquis quelque temps auparavant.

Le treizième jour, l'embryon est éclos, mais c'est une éclosion extrêmement prématurée, car sa vésicule ombilicale est encore énorme et on trouve à la grève des embryons beaucoup plus âgés et non encore éclos.

Quoi qu'il en soit, j'ai observé à ce stade un fait que je crois assez important : les embryons ont à ce moment leurs chromatophores noirs et rouges très développés et quand ceux-ci se dilatent beaucoup, ils ne laissent entre eux aucun intervalle ; aussi est-il intéressant de constater que *jamais* le cercle de l'organe interoculaire (*c*, fig. 13 et 14) n'est couvert par les chromatophores et forme *toujours* une tache blanche arrondie sur le dessus de la tête quand ces petits organites sont très dilatés (pl. XXXV, fig. 7, *cl*).

Le quatorzième jour est aussi marqué par un fait important, car il correspond à l'apparition des ventrales (pl. XXXV, fig. 4, *v*) qui se montrent comme de petits ailerons allongés d'avant en arrière, arrondis et peu saillants sur les côtés, avec un double contour bien net. Leur partie antérieure arrive au niveau du bord postérieur du ventricule, et, vers leur partie médiane, on voit soudre la grosse veine qui deviendra le canal de Cuvier.

Le quinzième jour, l'embryon présente bien peu de différences avec ce qu'il était le quatorzième. Je l'ai représenté par la face inférieure et par la face latérale dans ma planche XXXV, fig. 4 et 5.

Je dois dire maintenant que malgré tous mes soins, malgré les conditions excellentes que j'ai rencontrées au laboratoire de Banyuls je n'ai jamais pu arriver à amener à l'état adulte aucun des nombreux embryons de Lepadogasters que j'ai eus à ma disposition. Les uns crevaient le seizième jour, d'autres au vingtième, quelques-uns même au vingt-cinquième, mais jamais aucun n'a montré même un commencement de métamorphose. Je crois inutile d'insister sur les nombreux procédés que j'ai successivement mis en œuvre pour élever

ces embryons, car ils ont tous donné de mauvais résultats, et les animaux mis en expérience n'ont jamais pu dépasser le stade correspondant à la disparition de leur vésicule ombilicale.

Cependant, les embryons les plus âgés (environ 20 jours) que j'ai eus, méritent d'être décrits en détail, car leurs caractères sont tellement nets qu'ils ne peuvent être confondus avec aucun autre, même avec ceux des espèces voisines du même genre. De plus, comme je l'ai déjà dit, j'ai pu étudier quelques points de leur organisation au moyen des coupes, il est donc nécessaire qu'avant d'aborder cette dernière partie je donne une description aussi fidèle et aussi détaillée que possible de leur extérieur.

Les figures 1, 2, 3, 4, 5, 6 de la planche XXXV seront d'un grand secours pour faire comprendre la description qui va suivre. Les dimensions de l'animal sont les suivantes : longueur totale, 6 millimètres ; longueur de la tête, $1^{mm},2$; largeur de la tête au niveau des oreilles, $0^{mm},8$; largeur du corps derrière les oreilles, $0^{mm},33$; hauteur du corps dans la région moyenne, $0^{mm},8$.

La forme générale de la tête est celle d'un prisme quadrangulaire dont la face antérieure est convexe et qui porte sur ses faces latérales deux bosses constituées par les yeux.

Derrière les oreilles, le corps se rétrécit brusquement et s'amincit ensuite progressivement jusqu'à l'extrémité de la queue qui est tranchante.

Vu de côté, l'embryon a presque partout la même hauteur, la tête étant un peu plus grande que le milieu du corps et la queue un peu plus petite (fig. 2).

Chromatophores. — Ils sont très nombreux et de trois couleurs différentes ; noirs, rouges et jaunes.

Les noirs, qui apparaissent au cinquième jour, sont très abondants et généralement très volumineux ; leur distribution est la suivante : sur le dessus de la tête, ils sont disposés assez régulièrement et plus grands que partout ailleurs ; il n'y en a pas sur le bord de la mâchoire supérieure, ni sur les oreilles ; en dessous, on en observe

quelques petits sur la mandibule et sur les opercules. Sur le dos, il en existe deux rangées très régulières disposées symétriquement, une de chaque côté de la ligne médiane; mais c'est sur les faces latérales de l'embryon qu'ils sont répandus le plus abondamment. Dans ces régions, ils couvrent le corps dans toute sa hauteur depuis le rudiment du squelette de la pectorale jusqu'au niveau de l'anus; à partir de là, ils se continuent sur la région médiane du corps et s'arrêtent à la moitié de la distance qui sépare l'anus de l'extrémité de la queue. Ils sont très peu abondants sur la nageoire impaire, cependant il y en a quelques-uns qui sont hémicirculaires. Sur la face inférieure du corps, ils se continuent jusque sur les muscles sterno-hyoïdiens.

Les chromatophores rouges sont beaucoup plus petits que les noirs, ils sont disposés dans leurs intervalles et leur nombre est très considérable ; on les rencontre dans tous les points où ces derniers existent. Ils ne se développent qu'au sixième jour de la vie embryonnaire.

Les chromatophores jaunes sont extrêmement peu nombreux et leur diamètre est très grand ; ils sont situés sur une ligne longitudinale qui suit la corde dorsale (fig. 2). Quelquefois ils manquent, d'autres fois on n'en trouve que deux ou trois ; mais généralement on peut en compter cinq, six ou sept. On les aperçoit très bien à l'œil nu sous la forme d'une bande de très petits points d'un blanc mat opaque ; ils prennent naissance vers le dixième jour.

En décrivant les embryons des *L. Candollii* et *bimaculatus* je m'attacherai surtout à montrer que, dans ces deux espèces, la distribution et l'apparition des chromatophores diffèrent totalement de ce qu'elles sont dans le *L. Gouanii.*

Je dois maintenant appeler l'attention sur une observation que j'ai faite sur les chromatophores noirs des embryons du *L. Gouanii*, et que je crois fort intéressante. Depuis longtemps déjà, on sait que les taches pigmentaires des poissons ont des mouvements de contraction et d'extension qui les rendent absolument analogues à des

chromatophores. Dans le *L. Gouanii* adulte, on peut facilement se convaincre que ces corpuscules changent de dimensions ; mais il est beaucoup plus difficile de voir ces changements s'opérer sous la loupe ou sous le microscope ; pour ma part, je n'ai jamais pu y réusssir. Au contraire, quand on s'adresse à un embryon, il devient très facile de les voir se dilater ou se contracter. Or, quand on peut réussir à observer pendant un temps assez long le même chromatophore[1], voici ce qu'on observe : Lorsqu'il se dilate, il s'étoile et les différents degrés d'étoilement correspondent à des diamètres différents ; mais ce qui est intéressant, c'est que si un même chromatophore passe plusieurs fois par un même diamètre, soit en se contractant, soit en se dilatant, à ce moment sa forme est très sensiblement la même, et on pourrait superposer les dessins qu'on en prendrait si on avait soin de les faire toujours pour un même degré d'étoilement. Pour mieux me faire comprendre, je suppose qu'on considère un chromatophore *très contracté,* très arrondi, qui, en se dilatant, affecte *transitoirement* la forme d'une étoile à quatre rayons tronqués ; lorsque ce petit corps *très dilaté* s'acheminera de nouveau vers la forme la plus contractée, il repassera par le stade à quatre rayons, et si, après être redevenu complètement arrondi, il se dilate de nouveau, la forme à quatre rayons sera encore une de celles par lesquelles il passera. La même observation s'applique à chacune des branches du chromatophore ; telle branche qui, par exemple, aura trois rameaux à une certaine période de son étoilement, prendra toujours rigoureusement cette forme, soit en se contractant, soit en se dilatant. Une comparaison ne sera peut-être pas déplacée ici : quand on considère un serpulien qui épanouit ses branchies, on peut voir que toutes les fois qu'il répète ce mouvement, celles-ci reprennent les mêmes formes et ces formes se répètent (à intervalles beaucoup

[1] L'observation réussit mieux quand on s'adresse à un embryon déjà assez avancé, mais encore enfermé dans sa coque, au dixième jour par exemple.

plus rapprochés) quand il les contracte. L'étoilement des chromatophores a de l'analogie avec ce phénomène.

La figure 16, pl. XXVIII, représente un chromatophore presque complètement contracté (1) et le même presque complètement épanoui (2) ; quand il passait de la forme complètement arrondie à la forme 2, il prenait toujours la forme 1, et quand il revenait de l'étoilement complet à la forme 1, il repassait toujours par la forme 2.

Ce fait, sur lequel je m'arrête peut-être trop longtemps, semble indiquer que chaque rameau du chromatophore est guidé dans sa marche par une disposition spéciale qui fait qu'il ne peut s'écarter de sa route. Je ne sais s'il y a là une cavité de *forme invariable* dans laquelle s'injecteraient les granules pigmentaires ou bien si le protoplasma de la cellule du chromatophore affecte une forme *constante* qui servirait de guide à ces granules ; quoi qu'il en soit, voici comment j'ai pu compléter l'observation qui précède : en étudiant sur un animal éclos les petits chromatophores hémicirculaires qui se trouvent sur sa nageoire impaire, j'ai pu voir, grâce à la parfaite transparence de cette membrane, que le trajet d'un rameau chromatophorique qui s'allonge est toujours *marqué d'avance* par une traînée translucide à peine visible, et que, réciproquement, quand un rameau se contracte, il laisse visible derrière lui la traînée translucide qui avait paru le guider lors de son allongement[1].

Le manque de transparence des autres parties du corps m'a empêché de constater le même fait sur tous les chromatophores, mais je ne crois pas trop m'avancer en disant qu'il doit être général. Cela semble d'autant plus probable que j'ai souvent vu, sur des chromatophores quelconques en voie de contraction, chaque branche

[1] Dans la figure 17, pl. XXVIII, j'ai représenté schématiquement trois formes d'un même chromatophore de la nageoire impaire. Dans chaque dessin, on voit les traînées translucides dans lesquelles paraissent s'engager les granules pigmentaires ; la première figure est destinée à montrer le commencement de l'étoilement, la seconde correspond à un état plus avancé, et la troisième aussi. Il est à peine besoin de dire que dans chaque figure l'étoile de traînée translucide est rigoureusement la même.

laisser derrière elle quelques granules pigmentaires formant comme une traînée radiante. Ces granules ne tardent pas, du reste, à se réunir à la masse centrale du chromatophore.

A première vue, il semble naturel de penser qu'un chromatophore s'étoile en émettant au hasard des prolongements se ramifiant n'importe comment et qu'il se comporte à la façon d'un amibe dont les pseudopodes n'ont rien de constant ; les observations que je viens de rapporter et que j'ai pu refaire plusieurs fois, me forcent absolument à rejeter cette manière de voir, mais l'explication des faits que j'ai décrits m'échappe et je ne chercherai pas à bâtir des hypothèses pour la trouver, car je crois que l'observation seule peut résoudre la question.

J'ai souvent observé des changements périodiques réguliers dans l'étoilement des chromatophores ; l'embryon étant couché sur le côté, je les voyais se dilater, puis redevenir arrondis, ils s'étoilaient de nouveau un moment après et ainsi de suite.

La plupart du temps, ils se contractent et se dilatent sans qu'on puisse entrevoir la raison des changements qui s'opèrent chez eux ; cependant, l'influence de certaines conditions et de certains agents est évidente : ainsi, le manque d'oxygène produit l'étoilement, et les embryons qui meurent ont toujours leurs chromatophores étoilés. Les vapeurs d'éther, la fumée de tabac produisent aussi l'étoilement, et les chromatophores reviennent immédiatement à un diamètre beaucoup moins considérable aussitôt que cesse l'action de ces substances.

Pectorales. — Elles ne présentent rien de particulier ; leur racine est située dans l'angle que fait la partie postérieure de l'oreille avec la paroi latérale du corps (pl. XXXV, fig, 1, 2, *p*) et elles mesurent le huitième ou le neuvième de la longueur totale de l'embryon.

Une petite partie seulement du squelette primitif de la pectorale est visible sur le vivant par transparence ; c'est une tige très réfringente (fig. 3, 4, 5, 6, *sp*), effilée à ses deux extrémités, située derrière l'appareil branchial ; elle est dirigée d'arrière en avant, de

haut en bas, et un peu de dehors en dedans ; sa partie inférieure est concave antérieurement, tandis que la supérieure l'est postérieurement ; elle a, par conséquent, un point d'inflexion. Celui-ci n'est pas situé en son milieu ; il est plus près de son extrémité inférieure que de la supérieure, et est marqué par un épaississement postérieur assez considérable (fig. 5). Vers le haut, les deux tiges sont séparées par un assez large espace, tandis qu'à la partie inférieure elles se touchent (fig. 6) et forment une petite bosse sur le profil inférieur du corps. En allant se rejoindre inférieurement, elles passent au-dessous de l'oreillette et du ventricule (fig. 6).

Cette tige transparente représente la partie fibreuse du squelette primitif de la pectorale ; en se développant, elle donne probablement naissance au surscapulaire, au scapulaire et à l'huméral.

Quand on compare le squelette primitif de la ceinture scapulaire à son squelette définitif, on est frappé de la différence considérable qu'il y a dans les rapports qu'ont entre elles ses deux moitiés. L'angle des huméraux, qui est très aigu dans l'embryon, est très obtus dans l'adulte, ce qui correspond exactement aux différences qu'on observe dans la forme du corps. On est forcé d'admettre que lorsque l'embryon subit sa « métamorphose », les deux moitiés de la ceinture scapulaire s'écartent considérablement en même temps que le corps s'aplatit, afin de transformer leur angle aigu en un angle obtus largement ouvert en arrière et en haut.

La seule partie cartilagineuse qu'on aperçoive dans la pectorale est une bande (*cp*, fig. 6) qui occupe la zone médiane de cette nageoire et que nous retrouverons sur les coupes.

Ventrales. — Dans la courte description que j'ai donnée de l'embryon âgé de quatorze jours, j'ai dit que les ventrales apparaissent à ce moment du développement. A cette époque, en effet, on aperçoit de chaque côté de la vésicule ombilicale, qui est encore très volumineuse (fig. 4), deux appendices en croissant très ouvert, qui occupent l'angle que fait la pectorale avec le profil inférieur du corps et qui sont situés immédiatement en arrière de la tige transparente

de la pectorale, au niveau de la veine qui deviendra plus tard le canal de Cuvier. Ces appendices naissent absolument comme les ventrales, et leurs rapports sont tels que je n'hésite pas à les considérer comme les premiers rudiments de ces nageoires[1]. A mesure que l'embryon vieillit et que sa vésicule ombilicale se résorbe, les ventrales changent de forme, et dans l'embryon de vingt jours, elles se présentent comme deux larges ailerons très saillants en dehors, effilés en avant (fig. 6, *v*) et très élargis en arrière, avec un double contour très nettement accusé, et un nombre assez considérable de petits cercles qui représentent le contour des cellules muqueuses de la peau. Les rapports avec les parties voisines n'ont pas changé ; mais comme le foie a considérablement augmenté de volume, son bord antérieur arrive maintenant au niveau de leur partie médiane. En avant, ces rudiments de ventrales commencent à faire saillie juste au point où la tige transparente de la pectorale devient invisible sur la face inférieure du corps, et en arrière ne se continuent pas avec le profil latéral du corps, comme ils le faisaient dans l'embryon de quinze jours ; ils viennent, au contraire, s'insérer sur la face inférieure de l'embryon, à une distance encore assez grande de son contour externe (fig. 6). Au-dessus de chaque ventrale, se trouve un pli de la peau qui paraît être une dépendance de la pectorale (fig. 6, entre la pectorale et le contour du corps de l'embryon).

La position des ventrales de l'embryon diffère de celles qu'ont ces nageoires chez l'adulte ; dans ce dernier, elles se trouvent situées *en avant* de la nageoire pectorale, de sorte que le bord postérieur du disque antérieur correspond à la racine de cette nageoire ; dans l'embryon, au contraire, la ventrale tout entière est située *en arrière* de la racine de la pectorale. C'est au moment où les deux

Dans la note que j'ai fait paraître aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (19 décembre 1887, p. 1272), je décris ces appendices sous le nom d'*ailerons interpectoraux* sans me prononcer sur leur véritable nature et en insistant peut-être un peu trop sur les rapports qu'ils ont avec l'appendice cartilagineux du squelette primitif de la pectorale. Aujourd'hui, je crois pouvoir affirmer que ces ailerons interpectoraux ne sont que les rudiments des ventrales.

moitiés de la ceinture scapulaire s'écartent que les ventrales doivent venir prendre leur place dans l'angle des deux huméraux.

Malgré la différence de position de ces nageoires, il est à remarquer que déjà chez l'embryon elles ont leur extrémité antérieure très rapprochée du squelette primitif de la pectorale (fig. 6) avec lequel leurs os s'articulent plus tard.

Queue. — Quelques jours avant le moment où les embryons crèvent en captivité, l'extrémité postérieure de leur corde dorsale se recourbe vers le haut en faisant un angle obtus à ouverture supérieure ; c'est à tort que ce commencement d'hétérocerquie n'a pas été indiqné sur la figure 3, planche XXXV.

Tube digestif. — Il présente trois parties comme chez l'adulte : 1° l'œsophage ; 2° l'estomac ; 3° le rectum.

L'œsophage (pl. XXXV, fig. 2, *œs*) ne mesure que $0^{mm},17$ de diamètre, porte plusieurs plis longitudinaux internes très considérables et se dirige de haut en bas et d'arrière en avant, en passant au-dessus de la vésicule ombilicale et du foie, au-dessous de la vessie natatoire et à gauche de la vésicule du fiel. L'estomac (fig. 3, 4, 5, *es*) atteint $0^{mm},3$; il est muni d'un grand nombre de plis vermiculés et son diamètre va en diminuant progressivement jusqu'à l'anus ; mais à quelque distance de cet orifice se trouve un étranglement marquant le commencement du rectum (fig. 3, *r*), qui ne présente rien de particulier. L'anus est situé dans la seconde moitié du corps.

Foie. — Immédiatement en arrière de la vésicule ombilicale, au-dessous du tube digestif, se trouve un organe glandulaire très vasculaire, petit chez les embryons de quatorze à quinze jours, mais qui devient très volumineux à mesure que la vésicule ombilicale disparaît (fig. 2, 3, 4, 6, *f*), c'est le foie. A droite et en arrière de cette glande, il y a une grosse vésicule ovoïde de couleur verte, c'est la vésicule du fiel (fig. 2, 4, 5, 6, *vf*).

Vessie natatoire. — Au point où l'œsophage se réunit à l'estomac, on remarque une vésicule qui commence par être grisâtre et peu vi-

sible, mais quand l'embryon grandit, elle devient de plus en plus distincte, et lorsqu'il est presque dépourvu de vésicule ombilicale, elle se présente sous la forme d'une masse ovoïde assez considérable d'un blanc argenté à la lumière réfléchie (elle est très visible à l'œil nu) et d'un noir foncé à la lumière transmise ; elle renferme en effet du gaz, *c'est la vessie natatoire*. A sa surface, se trouve un très fin réseau vasculaire. Elle ne communique plus à ce stade avec l'intestin. Nous verrons plus loin comment elle se développe (fig. 5, 8, *vn*).

Les Lepadogasters adultes sont privés de vessie natatoire; celle de l'embryon s'atrophie donc complètement dans la suite du développement, sans même laisser de trace appréciable.

Pancréas. — Le pancréas se voit sur le vivant, surtout du côté droit de l'embryon, sous la forme d'une masse grisâtre à contours peu distincts, atténuée en arrière et située derrière la vessie natatoire et la vésicule du fiel (fig. 5, *p*). Pour apercevoir cet organe, il faut le chercher sur un embryon dont les chromatophores sont très contractés, sans quoi on ne distingue presque aucun viscère.

Cœur. — L'oreillette (*o*) est située au niveau de la racine de la pectorale ; en avant d'elle, au-dessus de l'extrémité des tiges fibreuses de ces nageoires, se trouve le ventricule (*vl*) légèrement rejeté sur le côté droit ; enfin, en avant de ce dernier, on trouve le bulbe aortique (*ba*), qui, comme le ventricule, est sous-jacent au muscle sterno-hyoïdien.

Arcs branchiaux. — Ils sont au nombre de quatre, tous munis de ramuscules vasculaires.

Organes des sens. — En avant des yeux se trouvent les fossettes olfactives (*ol*) encore largement ouvertes à l'extérieur, et derrière eux l'oreille que j'ai dessinée très scrupuleusement (fig. 1, 2), mais que je n'ai pas eu le temps d'étudier. Entre les deux yeux, on observe l'organe énigmatique que j'ai décrit plus haut, son cercle postérieur reste toujours blanc quand les chromatophores s'étoilent (fig. 7, *cl*).

Entre les oreilles, est situé, au milieu d'un quadrilatère à côtés concaves en dehors (pl. XXXIII, fig. 15, *q*), un cercle à double contour

au-dessus duquel passe un vaisseau (*v*) qui transporte le sang de gauche à droite. Les chromatophores en s'étoilant éclipsent complètement toutes ces parties. Les coupes montrent que la partie centrale de la couronne n'est autre chose qu'un petits puits situé entre les lobes optiques et le rudiment du cervelet ; son bord est formé par ces deux organes et le vaisseau *v* pénètre dans sa cavité.

En étudiant le cerveau de l'adulte, nous avons vu qu'entre les lobes optiques et le cervelet il existe une cavité dont le bord est triangulaire et dont le fond est formé par une mince membrane au-dessous de laquelle se trouve le ventricule optique (pl. XXVIII, fig. 3). C'est la même cavité que celle que je viens de décrire succinctement dans l'embryon.

2. *Lepadogaster Candollii.* — Comme les *L. Gouanii,* les *L. Candollii* pondent sous les pierres. Pendant les mois de mai et de juin, on trouve à Banyuls et à Port-Vendres les pontes de cette espèce qui est commune dans ces deux localités.

Les détails circonstanciés que j'ai donnés sur l'extérieur de l'embryon de *L. Gouanii* me permettront d'être bref, et je m'attacherai surtout à décrire les caractères distinctifs des œufs et des embryons de l'espèce dont je vais m'occuper.

Les œufs du *L. Candollii*, plus petits que ceux du *L. Gouanii*, n'ont que $1^{mm},2$ de longueur sur $1^{mm},1$ de largeur sont disposés par plaques sous les pierres et sont jaunes comme ceux du *L. Gouanii,* mais d'un jaune beaucoup plus doré.

L'embryon représenté pl. XXXIV, fig. 9, a la vésicule de Kupffer (*vk*) et les rudiments oculaires (*oc*) ; ses chromatophores noirs (*ch*) apparaissent sous la forme de deux bandes allongées situées de chaque côté de l'embryon et dans sa moitié postérieure.

[1] Dans la note préliminaire qui a paru aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (19 décembre 1887, p. 1271), j'ai pris les pontes du *L. Candollii* pour celles du *L. Wildenowii*, et celles d'une espèce de Blennie côtière (de Banyuls) pour celles du *L. Candollii*. Depuis, j'ai reconnu mon erreur : les œufs qui renferment des *vésicules graisseuses bleues* sont ceux de la Blennie à laquelle je fais allusion; je n'ai jamais eu entre les mains la ponte du *L. Wildenowii*.

Au stade suivant (fig. 10), l'embryon diffère peu de ce qu'il était au précédent, les bandes de chromatophores se sont beaucoup allongées.

La figure 11 représente un état un peu plus avancé ; le cristallin est formé, mais il n'est qu'à demi invaginé dans l'œil ; les bandes de chromatophores s'étendent jusque derrière la tête ; la vésicule de Kupffer est disparue et quelques somites sont formés. Le vitellus est comme dans tous les stades précédents d'un beau jaune doré.

La forme que j'ai dessinée pour faire suite à la précédente (fig. 12) a subi des changements importants: le cœur a commencé à battre (*c*); la queue est déjà un peu détachée de la vésicule ombilicale ; l'œil est couvert d'une teinte grise granuleuse et la tête fait fortement saillie sur le vitellus. Les bandes de chromatophores se sont beaucoup élargies vers le haut et de ce côté, elles commencent à se déchiqueter de façon à laisser s'isoler les chromatophores (ce point a été mal rendu par le graveur). Enfin, d'autres chromatophores ont fait leur apparition sur la vésicule ombilicale (*ch*) ; ils sont d'un blanc jaunâtre, très opaques et très peu nombreux.

Au stade suivant (fig. 13), l'embryon qui jusqu'ici avait son plan de symétrie parallèle à la base de fixation de la coque, s'est orienté de façon à avoir ce plan perpendiculaire à celle-ci, la vésicule ombilicale étant tournée vers l'hémisphère libre de l'œuf. Dans cet embryon, le cœur a deux cavités ; les chromatophores noirs sont presque complètement séparés les uns des autres, cependant ils se tiennent encore par de fins filaments et sont encore disposés en deux rangées longitudinales. Les chromatophores blanc opaque sont d'une parfaite netteté, quelquefois étoilés, quelquefois arrondis ; enfin, on en voit sur la vésicule quelques-uns de couleur marron et d'autres noirs.

La figure 14 représente un embryon dans lequel les yeux ont l'éclat métallique. Son caractère le plus saillant consiste en ce que sa vésicule ombilicale, jusqu'ici jaune d'or, est devenue gris clair légèrement lavé de jaune pâle. Les chromatophores noirs sont main-

tenant bien séparés, très étoilés et leurs branches sont d'une ténuité remarquable. Sur la queue, on observe quelques chromatophores rouges punctiformes ; la bouche est ouverte et l'intestin fait fortement saillie sur la paroi du corps.

Je vais maintenant décrire succinctement l'embryon éclos et presque dépourvu de vésicule ombilicale (pl. XXXIV, fig. 15).

Il est notablement plus petit que celui du *L. Gouanii*, car il ne mesure que 5, quelquefois 6 millimètres, tandis que ce dernier atteint 6 et 7 millimètres de longueur. Les différences de formes ne sont pas appréciables et la disposition des organes est à bien peu de chose près la même que dans le *L. Gouanii*.

En avant de l'extrémité inférieure du squelette primitif de la pectorale (*cp*) se trouve le cœur (*c*) et, en arrière, le rudiment de la vésicule ombilicale. Le foie est derrière celle-ci, et, après lui, sur le côté droit du corps, vient la vésicule du fiel (*vf*). Entre la corde dorsale et l'intestin, en arrière de la vésicule du fiel, se voit la vessie natatoire (*vn*).

Tout cela ne diffère pour ainsi dire pas de ce qu'on observe dans le *L. Gouanii* ; les vrais caractères distinctifs sont ceux fournis par la disposition des chromatophores.

Ces corpuscules à ce stade sont de deux couleurs : noirs et rouges.

Les *noirs* sont très peu nombreux, on en observe : 1° un petit groupe (4) entre les deux oreilles ; 2° quelques-uns (5 ou 6) sur la partie postérieure du corps, à la hauteur de la corde dorsale comme les jaunes du *L. Gouanii* ; 3° enfin une série assez nombreuse s'étend au-dessus de l'intestin stomacal et rectal depuis l'anus jusqu'au rudiment du squelette de la pectorale ; elle est complétée par une autre série qui s'étend derrière l'anus en suivant l'insertion de la nageoire impaire.

Les *rouges* sont très abondants et s'observent sur le corps depuis le rudiment squelettique de la pectorale jusqu'au delà du rectum ; ils sont très mobiles et très pâles ; aussi les embryons du *L. Candollii* sont-ils beaucoup moins noirs que ceux du *L. Gouanii*.

3. *Lepadogaster bimaculatus.* — A Roscoff, j'ai toujours trouvé les œufs du *L. bimaculatus* appliqués en grand nombre à la face interne des souches de *Laminaria bulbosa*, Lamouroux, et jamais ailleurs ; tandis qu'à Banyuls, où cette espèce est beaucoup plus rare, ses pontes se trouvent à la face interne des coquilles (Pecten, Pinna) que la drague rapporte du large.

La figure 4, pl. XXXIV, a été faite pour montrer le mode d'apparition des chromatophores. L'embryon ayant ses rudiments oculaires encore peu différenciés, deux bandelettes noires apparaissent sur la partie dorsale de la vésicule ombilicale (*ch*), l'une à droite, l'autre à gauche. Elles sont pointues en avant, élargies en arrière, légèrement concaves en dehors et font entre elles un angle à ouverture postérieure. Un grossissement un peu considérable les résout en petits points noirs confluents ; ce sont les chromatophores naissants.

Au stade suivant (fig. 5), les rudiments oculaires sont très saillants, mais non encore invaginés ; il y a quelques somites et la vésicule de Kupffer (*vk*) est bien nette. Chaque tache noire consiste maintenant en une grande plaque arrondie (*pp*) située de chaque côté de cette vésicule ; on voit assez nettement les chromatophores dont elle est composée ; ils sont polygonaux par pression réciproque, et le pigment est accumulé en leur centre. Chaque tache est atténuée antérieurement et prolongée par une bandelette à bords déchiquetés, à extrémités atténuées (*pa*), difficile à résoudre en chromatophores.

Au bout de quelques heures, la tache arrondie se trouve séparée de la tache oblongue par l'étranglement complet du pédicule de celle-ci et l'embryon a alors quatre taches à sa partie dorsale.

La forme que j'ai dessinée ensuite (fig. 6) présente les caractères suivants : l'œil est couvert de pigment, mais n'a pas encore l'éclat métallique ; l'oreille a un double contour et deux otolithes ; le cœur (*c*) bat activement, mais il est encore simple ; la circulation s'établit à la surface de la vésicule ombilicale et la queue (*q*) a une extrémité libre aussi longue que la tête.

Quant aux taches noires, voici ce qu'elles sont devenues : l'anté-

rieure (*pa*) a augmenté en longueur et en largeur, elle s'est déchirée sur ses bords et occupe à peu près le milieu de la longueur du corps de l'embryon, c'est-à-dire la région sur laquelle apparaît le rudiment de la pectorale ; la postérieure (*pp*) est devenue très grande, elle s'étend sur la vésicule ombilicale et sur le corps de l'embryon en émettant une corne pointue qui court sur la face latérale de la queue. A ce stade, l'embryon a six taches noires, mais on n'en voit que trois, car son orientation a changé ; son plan de symétrie est devenu parallèle à la base de fixation de la coque, de sorte que les yeux et les taches d'un côté se projettent sur ceux de l'autre.

L'embryon, que représente la figure 7, offre un état plus avancé que le précédent ; chez lui le cœur a deux cavités ; la vésicule ombilicale est très vascularisée ; les yeux n'ont pas l'éclat métallique et le foie n'est pas encore visible.

Les deux taches allongées antérieures (*pa*) se sont réunies aux deux postérieures tout en restant largement distantes l'une de l'autre ; les postérieures, au contraire, sont devenues confluentes ; elles se sont déchiquetées beaucoup, se sont percées de trous, et ont continué à abandonner la vésicule pour se répandre sur la queue, dont elles occupent la partie inférieure. L'embryon à ce stade n'a plus qu'une seule tache pigmentaire bifurquée en avant et son plan de symétrie est redevenu perpendiculaire à la base de la coque.

Au stade que la figure 8 reproduit, les yeux ont l'éclat métallique, la mâchoire inférieure est très développée, la bouche ouverte et le foie volumineux (*f*). La tache noire est complètement dissociée en chromatophores, mais on observe aussi des chromatophores gris jaunâtre et rouges. Les premiers sont beaucoup plus nombreux que dans le *L. Gouanii* et dispersés au milieu des noirs ; les seconds peu nombreux ont le même mode de distribution.

J'arrive maintenant à la description de l'embryon éclos, presque dépourvu de vésicule ombilicale et représenté planche XXXV, figure 8.

Comme les deux embryons à ce stade que j'ai déjà décrits, celui du *L. bimaculatus* laisse voir très nettement: le foie (*f*), la vésicule du fiel (*vf*), le rudiment fibreux de la ceinture scapulaire (*sp*) et la vessie natatoire (*vn*) fortement gonflée de gaz; il ne mesure que $4^{mm},5$.

Les chromatophores sont, comme dans l'embryon de la figure 8, planche XXXIV, noirs, jaune grisâtre et rouges. Les premiers (fig. 8, pl. XXXV) sont petits, disposés sur le corps depuis le rudiment fibreux du squelette de la ceinture scapulaire jusqu'à une certaine distance de l'extrémité de la queue, cependant la nageoire impaire en est dépourvue ainsi que la partie inférieure de la paroi latérale du corps. Le dessus de la tête en a de très gros.

Les seconds sont beaucoup plus nombreux ici que dans l'embryon de *L. Gouanii* et ils sont distribués entre les noirs dans toute l'étendue de l'espace que ceux-ci occupent, mais surtout sur les parois latérales du corps. Ils sont visibles à l'œil nu, grâce à leur opacité. Les derniers n'offrent rien de particulier, ils sont dispersés entre les autres.

II. *Anatomie.* — J'ai étudié par la méthode des coupes : la *ceinture scapulaire*, les *ventrales* et la *vessie natatoire.*

Ceinture scapulaire. — Malgré tout l'intérêt qui s'attache à la connaissance approfondie des premiers stades du développement de la pectorale des Téléostéens, je ne donnerai ici que la description de celle de l'embryon peu éloigné de l'époque de l'éclosion, car les matériaux que je possède sur les formes plus jeunes sont encore incomplets.

Il y a à considérer deux choses dans le squelette primitif de la ceinture scapulaire : la partie fibreuse et la partie cartilagineuse. En décrivant l'extérieur de l'embryon, j'ai dit que le squelette fibreux consiste en une tige transparente qu'on aperçoit sur le vivant en arrière de l'oreille et des branchies, tandis que celui de la partie cartilagineuse est pour ainsi dire invisible.

Les coupes transversales permettent de se rendre un compte

exact de l'anatomie et de l'histologie de ces deux parties : elles montrent que la conformation de la partie fibreuse est exactement celle qui est révélée par l'examen de l'embryon vivant ; de plus, elles font voir que derrière celle-ci se trouve un cartilage très étendu dirigé d'avant en arrière et de dedans en dehors (pl. XXXVI, fig. 15, *sp*, *cp*). Ce cartilage (*cp*), inséré sur la tige fibreuse par une petite partie de son bord antérieur et situé dans la paroi latérale du corps de l'embryon (fig. 2, *cp*, *ac*), se rétrécit vers le bas, s'élargit vers le haut (fig. 15), puis se bifurque : sa partie supérieure (*cp*) très considérable, beaucoup plus haute que large et percée d'un trou (*t*), quitte la paroi du corps et s'introduit dans la nageoire pectorale en s'amincissant progressivement à mesure qu'elle devient plus postérieure (fig. 10 à 14) ; tandis que l'inférieure, qui affecte la forme d'un appendice conique, se dirige de haut en bas, d'avant en arrière et de dedans en dehors, en longeant la ventrale (fig. 12 à 15 ; *ac*, fig. 2, 3).

Les figures de la planche XXXVI me permettront de ne pas m'étendre plus longuement sur la pectorale du *L. Gouanii*. Dans les figures 1, 2, 3 on voit les deux parties du squelette de la ceinture en place ; les figures 9 à 14 représentent des coupes successives pratiquées dans ce squelette ; celles des figures 10, 12 et 14 correspondent respectivement aux coupes dessinées figures 1, 2 et 3 ; enfin la figure 15 représente une reconstitution du squelette entier obtenue au moyen des trente-cinq coupes au centième de millimètre dans lesquelles il se trouve contenu. Les traits parallèles notés 9 à 14 correspondent aux coupes représentées dans les figures qui portent les mêmes numéros.

Quant à la structure histologique du rudiment de la ceinture scapulaire, elle est des plus simples ; la tige transparente ne laisse voir nettement aucun élément ; c'est à peine si on aperçoit quelques fibres peu distinctes ; elle devient rouge sur les préparations fixées à l'alcool à 30 degrés et colorées à l'hématoxyline. La partie cartilagineuse, au contraire, se montre constituée par des cellules polyédri-

ques à parois très nettes et à gros noyaux fortement colorés en violet par l'hématoxyline.

Ventrales. — En énumérant les caractères extérieurs des embryons de *L. Gouanii*, j'ai dit comment se présentent les ventrales sur le vivant.

Par la méthode des coupes, on voit qu'elles consistent en un amas de cellules mésodermiques dont les noyaux, relativement volumineux, sont très rapprochés les uns des autres et se teintent fortement en noir par l'hématoxyline (pl. XXXVI, fig. 2, 3, 4, *v*).

Cet amas de cellules fait fortement saillie sur les côtés de l'embryon, surtout dans sa partie postérieure; il élargit beaucoup le profil inférieur de celui-ci et est recouvert par la peau qui en ce point renferme beaucoup de glandules mucipares unicellulaires.

Les rudiments des ventrales se trouvent situés immédiatement au-dessous de l'appendice cartilagineux conique du squelette primitif de la ceinture scapulaire, comme on peut le constater facilement sur la figure 3 de la planche XXXVI. Quelle est la signification de ce rapport de position? Il est fort difficile de répondre à cette question et l'étude des changements qui s'opèrent dans l'embryon après son éclosion pourrait seule résoudre le problème ; malheureusement, comme je l'ai déjà dit, les animaux que j'ai eus entre les mains sont toujours morts au stade que j'étudie en ce moment.

Quand on observe des coupes d'embryons âgés de quinze jours, ayant par conséquent une grosse vésicule ombilicale (pl. XXXV, fig. 4, *v*), on constate que les rudiments des ventrales occupent une position toute différente de celles qu'ils ont dans l'embryon qui vient d'éclore. En effet, au lieu d'être situés à la partie tout à fait inférieure de l'animal, presque dans le plan de sa face inférieure, ils se trouvent sur ses faces latérales et la vésicule ombilicale fait très fortement saillie entre eux. A mesure que cette dernière se résorbe ils se rapprochent insensiblement et leur orientation, de verticale qu'elle était, devient horizontale; c'est ainsi qu'ils arrivent à la face inférieure de l'embryon (pl. XXXV, fig. 6, *v*).

Ce processus est le même que celui suivant lequel s'effectue le changement de position des pectorales. Celles-ci prennent naissance à la face supérieure de la vésicule ombilicale dans l'embryon âgé de sept jours; elles ont d'abord leur racine horizontale et perpendiculaire au plan de symétrie de l'animal. A mesure que la vésicule ombilicale se résorbe, leur bord distal s'abaisse et elles finissent par avoir leur racine verticale; en un mot, leur orientation, comme celle des ventrales, change de 90 degrés.

Vessie natatoire. — Vers le sixième jour de la vie embryonnaire, l'intestin s'évagine sur sa face inférieure; c'est le premier rudiment du foie, qui, à partir de ce moment, progresse rapidement de façon à acquérir un volume considérable dans l'embryon de vingt jours. Le septième jour, une autre évagination se produit en avant de celle du foie, mais, au lieu de se faire à la face inférieure de l'intestin, elle intéresse sa face supérieure; c'est elle qui donnera naissance à la vessie natatoire. Le huitième jour, cette évagination se renfle et sa cavité (pl. XXXVII, fig. 7, 8, *vn*), dont le diamètre est égal à celui de la cavité intestinale, communique avec cette dernière (fig. 7, *is*) par un canal très étroit (*cc*); à ce moment, la vessie natatoire est constituée. En s'évaginant elle reste d'abord normale à l'axe de l'intestin, puis se recourbe vers la partie antérieure de l'embryon (fig. 8), de sorte qu'à ce stade les coupes qui passent par son canal de communication intéressent sa partie tout à fait postérieure.

Dans l'embryon qui m'a servi à dessiner la figure 7, planche XXXVII, les axes de symétrie de la corde dorsale, de la vessie et du tube intestinal étaient dans le même plan; chez d'autres, j'ai trouvé l'intestin légèrement dévié à droite ou à gauche; mais ce fait tient, je crois, à des déplacements mécaniques causés par les procédés de préparation.

Au huitième jour, la structure de la vessie et de l'intestin est absolument la même; chacun de ces organes est constitué par une couche interne hypoblastique (fig. 7, *hb*) formant un épithélium épais à plusieurs assises de cellules rangées régulièrement les unes

à côté des autres ; en dehors de cet épithélium se trouve une autre couche aussi épaisse que lui (*mb*), d'origine mésoblastique, à cellules disposées sans ordre. A ce stade on observe, sur les coupes, au-dessus de la vessie, de petites taches noires, ce sont des chromatophores qui, en se multipliant, formeront dans les jours suivants la gouttière noire qu'on observe facilement même sur le vivant.

Pendant toute la durée du neuvième jour, la communication entre la vessie et l'intestin persiste ; vingt-quatre heures après, on n'en retrouve plus que des traces, et, le onzième jour, toute communication a cessé d'exister.

Si l'on examine la vessie natatoire sur des coupes faites dans les embryons âgés de quinze à vingt jours, on voit qu'elle est située entre la corde dorsale et le tube digestif (pl. XXXVI, fig. 6, 7, 8, *vn*) en arrière de la vésicule ombilicale et au point où l'œsophage s'abouche avec l'estomac (pl. XXXV, fig. 5, *vn*), de sorte que ses deux tiers antérieurs correspondent à l'œsophage et son tiers postérieur à l'estomac.

Or, la vessie se développe aux dépens de la partie stomacale de l'intestin (pl. XXXVII, fig. 8, *is*), il s'opère donc un changement dans sa position à mesure que son développement s'accentue. Ce déplacement, on le comprendra aisément en se rappelant que dès le début de son apparition la vessie commence à se recourber pour se porter en avant. A mesure que l'embryon avance en âge, elle prend une position de plus en plus antérieure, de sorte que dans l'embryon de vingt jours elle est notablement éloignée du point de la face dorsale de l'estomac qui s'est évaginé pour lui donner naissance.

Quant à la structure histologique de la vessie natatoire des embryons âgés de vingt jours, voici ce qu'elle est : la paroi épithéliale d'origine hypoblastique s'est considérablement épaissie ; ses noyaux, rangés moins régulièrement que dans l'embryon de huit jours, sont peu nombreux, volumineux et groupés, surtout à sa face interne ; ils se colorent par l'hématoxyline et renferment un ou plusieurs nucléoles très noirs. Cette paroi, un peu irrégulière quant à son

épaisseur, est souvent plus mince du côté dorsal. La partie externe mésoblastique de la vessie natatoire est beaucoup plus mince que dans l'embryon de huit jours; ses cellules se sont transformées en fibres très ténues, pourvues d'un petit noyau allongé, disposées tangentiellement autour de la partie épithéliale.

Au-dessus de la vessie natatoire se voit la gouttière de chromatophores noirs dont j'ai parlé plus haut (pl. XXXVI, fig. 8, *g*), elle est continue, demi-cylindrique, se prolonge assez loin en arrière de la vessie et antérieurement se réfléchit vers le bas de façon à lui former comme un capuchon (pl. XXXV, fig. 5, *g*).

J'ai observé une vessie natatoire en tout semblable à celle du *L. Gouanii* dans l'embryon du *L. Candollii* (pl. XXXIV, fig. 15, *vn*), et dans celui du *L. bimaculatus* (pl. XXXV, fig. 8, *vn*).

On sait que les Lepadogasters adultes sont privés de vessie natatoire, celle des embryons doit donc disparaître complètement dans la suite du développement.

Pour terminer ce qui a trait aux embryons je dirai un mot de l'organe énigmatique que j'ai déjà signalé dans la description de l'extérieur.

Quand on considère les coupes sagittales médianes d'un embryon au huitième jour (pl. XXXVII, fig. 12, 13, 14), on voit que la couche cérébrale, immédiatement sous-jacente à la peau, donne naissance à une invagination compliquée dont les diverses parties sont plus ou moins épaissies. En avant, on observe d'abord une cupule à concavité externe, à paroi épaisse vers le centre et mince à la circonférence; elle renferme un vaisseau (fig. 13, *cp*): c'est elle qu'on aperçoit sur le vivant entre les yeux et qui a été figurée planche XXXIII, figure 13, 14, *cp*. Derrière cette cupule se trouve d'abord une petite invagination peu profonde à parois minces, puis la couche s'évagine de nouveau en donnant naissance à une formation volumineuse dont l'extrémité distale est dilatée et la base étranglée. Ce processus fungiforme (fig. 12, 13, *c*) s'applique à la face profonde de la peau; c'est lui qui donne naissance au cercle interoculaire (*c*, fig. 13, 14,

pl. XXXIII; fig. 7, pl. XXXV) qui n'est jamais masqué par les chromatophores même lorsqu'ils se dilatent beaucoup. Enfin, en arrière du corps dont il vient d'être question une invagination très profonde se produit et plonge dans la substance du thalamencéphale (pl. XXXVII, fig. 12, 13, *th*) immédiatement au-dessus du troisième ventricule (3).

De chaque côté de l'appareil compliqué que je viens de décrire se trouve une grosse masse de substance nerveuse (fig. 14) qui arrive jusqu'à la peau.

Si, au lieu d'étudier un embryon de huit jours, on en prend un de six à sept jours, on voit que l'invagination cérébrale est beaucoup plus simple: la cupule vasculaire n'existe pas, il en est de même de la petite invagination située immédiatement derrière elle; le processus fungiforme déjà formé n'a pas encore pris sa forme définitive, enfin la grande invagination est très peu profonde (fig. 10).

Dans les embryons encore plus jeunes (cinq à six jours), la partie de la voûte de l'encéphale correspondante à l'appareil qui nous occupe consiste simplement en un épaississement lenticulaire sans aucun indice d'invagination.

Comme je l'ai déjà dit, le temps m'a manqué pour faire une étude consciencieuse des travaux qui ont été publiés sur le développement du cerveau des Vertébrés inférieurs et je me propose de reprendre cette question aussitôt que cela me sera possible; cependant, je ne crois pas m'éloigner beaucoup de la vérité en disant que l'appareil que j'ai décrit et figuré a des rapports étroits avec l'épiphyse.

Le cercle à double contour situé entre les oreilles (pl. XXXIII, fig. 15) est formé par l'infundibulum qui existe entre les lobes optiques (pl. XXXVII, fig. 8, 12, *lo*) et le rudiment du cervelet (*cvl*), comme je l'ai déjà dit plus haut.

B. *Jeunes.* — J'ai étudié par la méthode des coupes les jeunes du *L. bimaculatus* et du *L. Candollii*. Les individus les moins âgés que j'aie eus entre les mains sont de petits *L. Candollii* longs seulement de $9^{mm},5$, que j'ai trouvés à Roscoff (Bistar, Rec'hier Doun, Rolaas) et dont j'ai décrit la livrée dans le paragraphe consacré aux Généra-

lités ; ils ne devaient avoir que quelques semaines. L'appareil fixateur de ces petits animaux, qui ont absolument les caractères extérieurs de l'adulte, n'avait que 2 millimètres de diamètre.

Les coupes transversales montrent que *les deux os de leur ventouse antérieure sont précédés par des cartilages très bien caractérisés.*

Ces cartilages affectent la forme de deux lamelles renflées sur leur bord externe et amincies en lame de couteau du côté interne (pl. XXXVII, fig. 2, 3, *cv*). Elles se prolongent antérieurement en deux tiges prismatiques (fig. 1, *cv*) adossées à l'huméral (fig. 1, *h*) et soudées par leurs extrémités antérieures.

Dans ces petits poissons, l'arête supéro-interne de chacun des os de la ventouse antérieure (fig. 3, *as*), leur arête inféro-interne (fig. 2, 3, *ai*) et leur prolongement styliforme postérieur sont constitués par une substance anhiste qu'il est difficile de déterminer, car elle ne diffère pas plus de la masse osseuse qui remplace les cartilages que de celle qui précède les os de membrane (surscapulaire, scapulaire, huméral).

La structure du cartilage de la ventouse antérieure est des plus simples ; il est constitué par une substance fondamentale complètement amorphe, qui se colore en violet plus ou moins foncé par l'hématoxyline et dans laquelle se trouvent des capsules qui contiennent chacune une ou plusieurs cellules cartilagineuses notablement contractées par l'action des réactifs (fig. 5). Cette structure ne diffère en aucune façon de celle des cartilages les mieux caractérisés, ceux de l'appareil branchial par exemple (fig. 6); on ne peut donc avoir aucun doute sur leur véritable nature, et nous verrons bientôt que ceci est d'une importance considérable pour la question de l'homologie des ventouses.

Quand on examine la petite pectorale et la ventouse postérieure sur les coupes transversales des jeunes *L. Candollii* qui nous occupent, on constate que leurs os sont représentés par des lamelles minces sans structure, se colorant faiblement en violet par l'hématoxyline ou en rouge assez foncé par l'éosine (fig. 4, *cop*) ; absolu-

ment comme l'huméral (fig. 1, *h*) ou le surscapulaire (fig. 3, *ss*). *Ce sont sans aucun doute des os de membrane.*

Cependant, on pourrait objecter qu'ils peuvent fort bien avoir été précédés par des cartilages qu'une masse osseuse anhiste serait venue

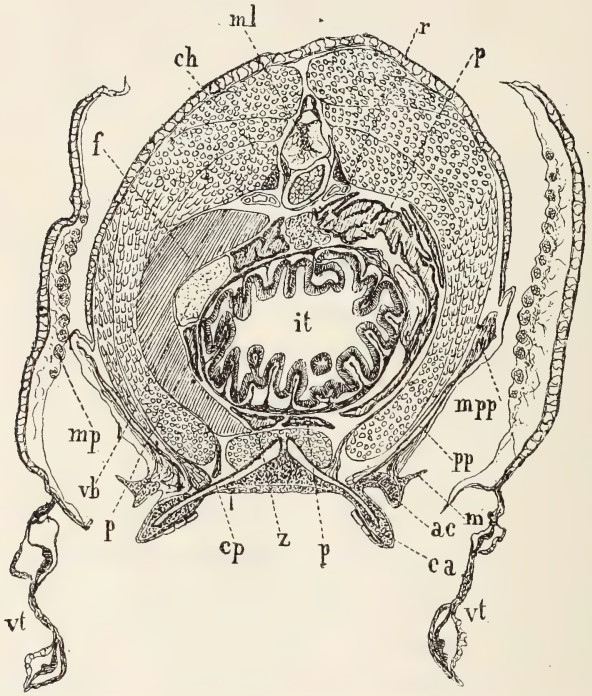


Fig. 3. — Coupe transversale d'un *Lepadogaster Candollii*, long de 15mm,5 dans la région de la ventouse postérieure: *ac*, appendice du fibro-cartilage interventousaire (voir pl. XXVI, fig. 6, *ac*); *ca*, fibro-cartilage ventousaire; *ch*, corde dorsale; *cp*, os de la ventouse postérieure ou coracoïdien postérieur; *f*, foie; *i*, intestin; *m*, membrane du fibro-cartilage interventousaire; *ml*, moelle épinière; *mp*, muscles des rayons de la pectorale; *mpp*, muscle de la petite pectorale; *p*, pancréas; *pp*, os de la petite pectorale ou coracoïdien antérieur; *r*, rein; *vb*, vésicule biliaire; *vt*, nageoire ventrale soudée sur la face latérale de la pectorale (extrémité postérieure); l'animal en mourant a rabattu ses ventrales verticalement; *z*, muscle reliant l'os de la ventrale à celui de la ventouse postérieure (*cp*). Gross., 33 d.

remplacer complètement. Dans le paragraphe que je consacre à la discussion de l'homologie des ventouses, je montrerai que cette hypothèse est inadmissible ; pour le moment, je me contenterai de faire remarquer que les cartilages du crâne (fig. 1, *com*; fig. 2, 3, *cvo*), de l'appareil branchial (fig. 1, 2, *cb*) et de la pectorale proprement dite (fig. 3, 4, *cap*), qui prennent naissance bien longtemps

avant qu'il n'y ait encore aucune trace de petite pectorale ou de ventouse, n'ont pour ainsi dire aucune de leur partie ossifiée lorsque l'animal a atteint la taille de 9 millimètres. Il serait donc tout à fait illogique d'admettre que des cartilages, apparus relativement depuis peu, sont déjà *complètement* remplacés, lorsque d'autres, nés vers le dixième jour de la vie embryonnaire, sont encore intacts (cartilages branchiaux).

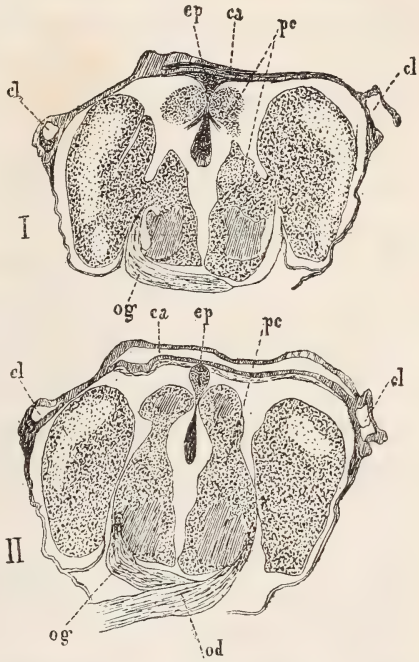


Fig. 4. — Deux coupes transversales de l'encéphale d'un jeune *Lepadogaster Candollii*, long de 15mm,5. *ca*, canal muqueux anastomotique de l'os frontal ; *cl*, canal muqueux longitudinal du même os ; *ep*, épiphyse ; *od*, nerf optique de l'œil droit ; *og*, nerf optique de l'œil gauche ; *pc*, pédoncule cérébral. — Dans la coupe I, qui est située à 0mm,015 en avant de la coupe II, l'épiphyse est étroitement appliquée à la face interne du frontal principal ; il en était de même dans celle située à 0mm,015 en avant de la coupe I. Gross., 49 d.

L'existence d'un cartilage primordial dans le squelette de la ventouse antérieure démontre qu'elle ne peut être constituée que par les ventrales. Cette conclusion est développée dans le paragraphe XVI.

En terminant je dois dire un mot de la glande pinéale des jeunes Lepadogasters. Sur un *L. Candollii* long de 15mm,5 j'ai constaté : 1° que la glande pinéale, au lieu d'être enfoncée entre les lobes optiques comme dans le *L. Gouanii* adulte, fait fortement saillie dans la cavité crânienne (fig. 4, II); 2° que sa partie antérieure vient s'appliquer *étroitement* au plafond osseux de cette cavité (fig. 4, I) ; 3° que les pédoncules cérébraux, dansl a région de la glande pinéale, ne sont pas enfoncés profondément dans le cerveau, mais se voient superficiellement.

XV

GOBIÉSOCIDÉS A VENTOUSE UNIQUE.

Comme je l'ai dit, j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Agassiz, étudier quelques Gobiésocidés à ventouse unique.

Les animaux que ce savant naturaliste a bien voulu me faire envoyer, proviennent tous de la côte occidentale de l'océan Pacifique, ce sont :

1° Un *Gobiesox reticulatus*, Prof. D. S. Jordan, du cap Flattery (territoire de Washington) ;

2° Un *Gobiesox rhessodon*, Rosa Smith, de San Diego (Californie);

3° Deux *Syciases sanguineus*, de Callao (Pérou).

Étant donné le petit nombre d'individus dont j'ai pu disposer et le mauvais état dans lequel se trouvaient les deux Syciases, j'ai dû me borner à l'étude de quelques points seulement de l'histoire anatomique des Gobiésocidés à ventouse unique. J'examinerai successivement :

1° L'*extérieur de l'appareil adhésif;* 2° le *squelette des membres;* 3° leurs *muscles;* 4° le *mode d'adhérence de la ventouse;* 5° la *disposition des canaux muqueux.*

1° *Extérieur de l'appareil adhésif.* — Ce que je vais dire ici a été observé sur le *Gobiesox reticulatus*, mais peut aussi, à part quelques détails, s'appliquer au Syciases.

La chose qui frappe tout d'abord, quand on examine l'animal dont il est question, c'est l'absence totale du rebord qui, dans les Lepadogasters, limite en avant la ventouse postérieure et rend le disque double. Cependant, malgré la confluence des deux ventouses, qu'entraîne cette circonstance, on peut assez facilement reconnaître les parties qui appartiennent à chacune d'elles et celles qui se trouvent dans l'espace interventousaire des Lepadogasters. Je vais donc décrire d'abord les parties homologues de la ventouse antérieure, puis celles qui dépendent de la postérieure et enfin les organes qu'on

rencontre dans la région qui répond par sa position à l'espace interventousaire.

La ventouse antérieure, ou plutôt ce qui la représente, est peu différente de ce qu'elle est dans les autres Gobiésocidés : le cinquième rayon se place au-dessus du quatrième et la membrane interradiaire qui le réunit au troisième rayon de la pectorale, au lieu de s'étendre sur toute sa longueur, est extrêmement courte, de sorte que dans ses mouvements d'adduction, la pectorale ne peut pas entraîner avec elle le cinquième rayon de la ventrale.

A la face inférieure de l'appareil d'adhésion (pl. XXIX, fig. 5) on observe une demi-couronne (*ph*) et deux petits îlots (*ph'*) de plaques épidermiques hexagonales ; la ligne tangente antérieurement à ces trois aires de plaques, détermine la limite antérieure de la ventouse postérieure et les deux îlots représentent la bande qui occupe le bord antérieur de la ventouse antérieure des Lepadogasters. Comme dans ces derniers animaux un sillon (*s*) sépare leur côté externe de la demi-couronne. L'intervalle (*cv*), qui existe entre les trois aires de plaques, représente la cavité de la ventouse postérieure des Lepadogasters.

La zone transversale, homologue de l'espace interventousaire, est limitée en avant par le bord postérieur de l'abaisseur du quatrième rayon (fig. 6 dans le texte, ab_4) et postérieurement par la ligne tangente aux plaques épidermiques. Dans toute sa région médiane, elle n'est qu'une surface lisse et nue ; c'est sur les côtés qu'elle présente de l'intérêt : le cartilage interventousaire manque totalement, mais la membrane qu'il porte en dehors est très développée et même très résistante (pl. XXIX, fig. 5, *m* ; fig. 6, *m*, dans le texte) ; la petite pectorale est extrêmement large et son bord inférieur est fixé au bord latéral même de la ventouse postérieure ; enfin, la membrane qui, dans le Lepadogaster, réunit cet organe à la paroi latérale du corps, manque totalement.

2° *Squelette des membres.* — Je n'ai étudié que le squelette du *Syciases sanguineus*.

La *pectorale proprement dite* est conformée absolument de la même manière que celle des Lepadogasters à quelques différences de forme près; son trait le plus caractéristique consiste en ce que l'apophyse moyenne de l'huméral est énorme et se prolonge beaucoup sur les deux autres.

L'*os de la ventrale* (fig. 5) a subi plus de changements : sa pyramide tronquée antérieure est à peu près la même, mais la pyramide postérieure est tout à fait différente. Elle a d'abord subi un aplatissement considérable qui a réduit à rien sa cavité, et la cloison de séparation (*cl*) est tout à fait incomplète; l'arête (*as*) du Lepadogaster n'existe pas et les arêtes (*ai*) et (*ae*) sont énormément aplaties de sorte que les deux trous supérieur et inférieur (*t' t''*) sont confondus en un seul. Le bord *b*, qui porte les rayons, est considérable et très épais, la pointe de l'os (*pt*) est dans le même cas, de sorte qu'il présente une très large surface et cette surface est plane, car la courbure qu'on observe dans le Lepadogaster n'existe pas ici.

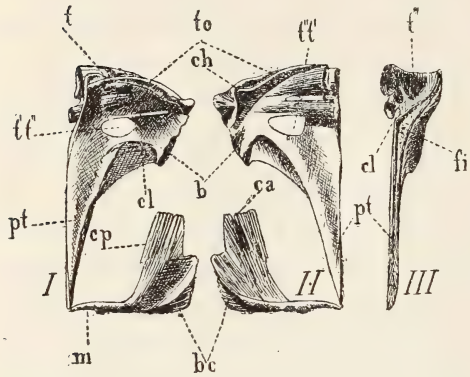


Fig. 5. — Os des ventrales et coracoïdien postérieur de *Syciases sanguineus*. I. Os du côté gauche vus en dessous. II. Os du même côté vus en dessus. III. Os de la ventrale gauche par la face interne. *b*. bord sur lequel les rayons sont à cheval; *bc*, bord frangé externe du coracoïdien postérieur; *ca*, partie antérieure du coracoïdien postérieur; *ch*, cavité pour le tubercule de l'huméral; *cl*, cloison osseuse incomplète; *cp*, bord interne du coracoïdien postérieur; *fi*, face interne de l'os de la ventrale; *m*, manche du coracoïdien postérieur; *pt*, pointe de l'os de la ventrale; *t*, trou de la face inférieure de la pyramide tronquée; *t't''*, *t''t'*, les deux trous *t'* et *t''* de l'os des Lepadogasters confondus en un seul; *to*, tige osseuse qui limite le trou *t'''* et le trou *t*; *t'''*, trou antérieur de la pyramide tronquée. Gross., 2 d.

Le *coracoïdien antérieur* présente une pointe antérieure et une postérieure, sa face externe est concave, son bord antérieur échancré et le postérieur dissocié. Le *coracoïdien postérieur* a, comme celui du Lepadogaster, un sinus sur son côté interne; mais ce sinus est tellement considérable que l'os se trouve constitué par un manche

transversal mince (fig. 5, *m*) qui se continue par une partie plate longitudinale ; cette dernière, assez large, est échancrée en avant et déchiquetée sur son côté externe.

3° *Muscles des membres.* — J'adopterai ici la même méthode que celle qui m'a servi à décrire l'appareil musculaire du Lepadogaster, et ce que je vais dire se rapporte presque uniquement aux *Gobiesox reticulatus* et *rhessodon.*

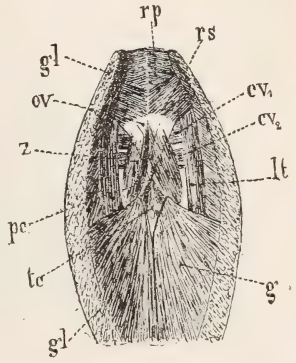


Fig. 6. — Plancher de la cavité abdominale du *Gobiesox rhessodon*, Rosa Smith. cv_1, muscle allant du coracoïdien antérieur à l'os de la ventrale ; cv_2, muscle allant du coracoïdien postérieur à l'os de la ventrale : *g*, grêle inférieur du tronc ; *gl*, grand latéral du tronc ; *lt*, faisceau du grand latéral allant à l'os de la ventrale ; *ov*, os de la ventrale vu par sa face dorsale ; *pc*, pointe commune aux deux os des ventrales ; *rp*, releveur profond, et *rs*, releveur superficiel des rayons de la ventrale ; *tc*, tendon commun aux deux grêles du tronc, inséré sur la pointe des os de la ventrale ; *z*, muscle reliant l'os de la ventrale au coracoïdien postérieur. Gross., 3 d.

Muscles extrinsèques. — Les faisceaux du *grand latéral* ne présentent que des différences de forme et de volume avec ce qu'ils sont dans le Lepadogaster.

Un très important faisceau de ce grand muscle, qui ne se rencontre pas dans les Lepadogasters, mérite d'attirer un moment notre attention. Il est ventral, situé au-dessous du grêle du tronc et au-dessus de la portion du grand latéral qui forme la paroi inférieure de la cavité abdominale ; orienté exactement d'arrière en avant (fig. 6 et 7, *lt*), il devient visible dans la cavité générale au niveau de l'extrémité postérieure des muscles *z*, passe au-dessus des muscles cv_1 et cv_2 et va se fixer *au bord postérieur de l'os de la ventrale.* En se contractant, il tire en arrière tout l'appareil adhésif ; son rôle est le même que celui du grêle du tronc.

Le *grêle inférieur* du tronc (fig. 6, *g*) ne diffère pas de ce qu'il est dans le *L. Gouanii*, il ne s'étend pas sur le côté externe du muscle *z*.

Le *sterno-hyoïdien* et l'*huméro-mastoïdien* ne présentent pas non plus de différences ; je n'ai pas pu étudier les deux *huméro-pharyngiens* ni l'*huméro-occipital.*

Muscles intrinsèques. — Le *scapulo-huméral*, l'*adducteur* et l'*abduc-*

teur des rayons de la pectorale sont comme dans les Lepadogasters.

Abaisseurs des rayons de la ventrale. — Il y a un double faisceau (*ab* fig. 7) pour les deuxième, troisième et quatrième rayons; un faisceau unique, triangulaire, muni d'un tendon étroit et résistant (ab_4), est particulier au quatrième. Ce dernier, qu'on observe aussi très nettement dans le Syciases, s'insère sur la face plane inférieure de l'os de la ventrale.

Releveurs.—Il y a un releveur profond (*rp*, fig. 6) et un superficiel (*rv*).

Adducteur des rayons osseux. — Il ne diffère que par la forme de celui du Lepadogaster; sa partie médiane ne se fixe pas non plus à l'apophyse interne de l'huméral (fig. 7, *ad*).

Le muscle qui réunit l'apophyse interne de l'huméral à l'os des ventrales (fig. 7, *u*) ne présente rien de particulier.

L'*adducteur* des coracoïdiens postérieurs n'existe pas comme dans le Lepadogaster, mais il est remplacé par deux muscles qui paraissent bien être ses homologues. Ce sont deux faisceaux aplatis (fig. 7, *mp*) sous-cutanés, fixés en dehors sur le bord interne de la partie plate du coracoïdien postérieur, et en dedans *sur la peau.* Leur insertion sur la peau a lieu immédiatement en dedans de l'îlot de plaques hexagonales (pl. XXIX, fig. 5, *ph'*). En se contractant, ils tendent à augmenter le volume de la cavité de la ventouse.

Muscle x. — Ce muscle que je désigne simplement par la lettre *x* pour éviter une longue periphrase n'existe pas dans le *Gobiesox,* mais il paraît remplacé par un autre (fig. 6, 7, cv_2), qui est sous-cutané, horizontal, transversal, attaché à la face inférieure de l'os de la ventrale en dedans et à l'extrémité antérieure du coracoïdien en dehors.

Muscle z. — Celui-ci est exactement représenté dans les deux *Gobiesox* et dans le *Syciases* que j'ai disséqués, ses insertions et son rôle sont les mêmes que dans le Lepadogaster.

Le *muscle de la peau interventousaire* (*vv*) n'existe pas ; il paraît avoir pour homologue physiologique le muscle *mp*.

Le *muscle de la petite pectorale* est extrêmement réduit, aussi bien dans les *Gobiesox* que dans le *Syciases*.

Le *muscle r* est représenté dans le *Syciases* par un court faisceau fixé postérieurement à l'extrémité antérieure du coracoïdien postérieur et antérieurement au squelette de la pectorale ; c'est absolument la même disposition que dans le Lepadogaster.

Chez le *Gobiesox*, il y a une différence, l'insertion postérieure est la même (fig. 7, *r*) mais l'antérieure a lieu non plus sur le squelette de la pectorale mais sur l'extrémité antérieure du coracoïdien antérieur (fig. 7, *ca*).

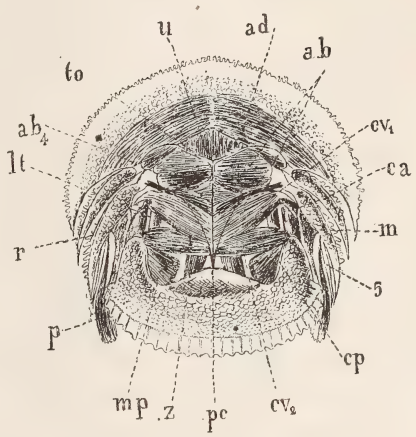


Fig. 7. — Muscles de la ventouse du *Gobiesox reticulatus*, Jordan. *ab*, abaisseur des trois premiers rayons articulés ; ab_4, abaisseur particulier au troisième rayon articulé ; *ad*, adducteur des rayons osseux ; *ca*, partie antérieure du coracoïdien antérieur ; *cp*, bord interne du coracoïdien postérieur ; cv_1, muscle allant de l'os coracoïdien antérieur à celui de la ventrale ; cv_2, muscle allant de l'os coracoïdien postérieur à celui de la ventrale ; *lt*, faisceau du grand latéral allant à l'os de la ventrale ; *m*, membrane interventousaire ; *mp*, muscle de la peau de la ventouse postérieure ; *pc*, pointe commune des deux os des ventrales ; *p*, pectorale ; *r*, muscle allant d'un coracoïdien à l'autre ; *to*, tige osseuse appartenant à l'os de la ventrale ; *u*, muscle allant de l'huméral à l'os de la ventrale ; *z*, muscle allant de l'os de la ventrale au coracoïdien postérieur. Grandeur naturelle.

Enfin, un large muscle sous-cutané qui occupe toute la partie ventrale de la ventouse du *Gobiesox reticulatus* (cv_1, cv_2) paraît bien être particulier à cet animal et aux types voisins. Il est situé immédiatement en arrière du faisceau (ab_4) et en avant du muscle *mp*. En dedans, il se fixe sur la large surface plane de l'os de la ventrale derrière ab_4, et se divise aussitôt en deux faisceaux : le postérieur (cv_2), que j'ai décrit comme l'homologue probable du muscle *x*, est transversal ; l'autre (cv_1), plus aplati que le premier, se dirige d'arrière en avant et de dedans en dehors pour aller s'attacher à la pointe du coracoïdien antérieur (*ca*).

4° *Mode d'adhérence de la ventouse.* — La ventouse unique des

Gobiesox, *Syciases*, etc., est, comme la ventouse antérieure des Lepadogasters, largement ouverte sur les côtés, et son mode d'adhérence est exactement le même que celui de cette dernière : les rayons les plus inférieurs de la pectorale s'appliquent sur la petite pectorale et sur la membrane interventousaire; le dernier et l'avant-dernier rayon de la ventrale viennent ensuite s'accoler à la pectorale et achèvent de fermer l'échancrure interventousaire.

5° *Canaux muqueux.* — Je n'ai étudié que ceux du *Gobiesox reticulatus* qui sont fondamentalement identiques à ceux des Lepadogasters avec les différences suivantes :

Le *système médian* a son orifice antérieur reporté très en avant sur le bord de la mâchoire supérieure (4, pl. XXIX, fig. 4).

Le *système sous-orbitaire* est disposé comme celui du *L. Gouanii* avec cette différence que ses trois canaux sont de même longueur. Le canal qui part de l'orifice supérieur (fig. 4, *so*) se rend directement à l'orifice labial postérieur et donne naissance vers le milieu de sa longueur au canalicule qui aboutit à l'orifice labial antérieur. Les deux orifices labiaux se voit par la face inférieure (fig. 5, *so*).

Le *système préoperculaire* a trois orifices placés comme ceux des Lepadogasters (1, fig. 4; 2, 3, fig. 5); *mais l'orifice antéro-inférieur se confond avec le postérieur du système sous-mandibulaire* (3,8, fig. 5).

Le *système sous-mandibulaire* est très court, ses deux canaux forment un angle obtus à ouverture interne au sommet duquel se trouve l'orifice du milieu (9).

L'orifice antérieur (10), comme le médian, est situé tout au bord de la lèvre inférieure. et le postérieur est confondu avec celui du système operculaire de sorte que les deux système *sous-mandibulaire* et *préoperculaire* communiquent. Ce fait est plutôt normal qu'exceptionnel puisque d'ordinaire tous les canaux muqueux de la tête des Poissons communiquent entre eux.

Le canal longitudinal manque comme dans les Lepadogasters.

XVI

HOMOLOGIES DES VENTOUSES.

J'aurais pu, dans ceux des chapitres précédents qui ont trait à l'histoire de l'appareil adhésif des Lepadogasters, discuter les homologies auxquelles on est amené par l'étude approfondie de chacune des parties de cet appareil; mais j'ai préféré réunir ici tout ce qui concerne cette question, de façon à synthétiser les faits qui conduisent à l'interprétation la plus rationnelle de l'organe qui caractérise le mieux les poissons de la famille des Gobiésocidés.

Avant d'entrer dans le vif de la question, il me paraît utile de donner un résumé succinct des opinions des auteurs qui m'ont précédé, en le présentant sous une forme différente de celle que j'ai été forcé d'adopter dans l'historique.

Quatre hypothèses principales ont été proposées :

Les zoologistes qui adoptent la première admettent que la ventouse antérieure est formée par les ventrales, mais ils n'indiquent aucune homologie pour la petite pectorale et la ventouse postérieure ; ce sont[1] : Pennant, Goüan, Pallas, Bonnaterre, Lacépède, Donovan, Shaw, Fleming, Nordmann, Lowe, Müller et Troschel (1849), Troschel (1860), Filippi, Claudio Gay, Canestrini.

La seconde hypothèse consiste à regarder les deux ventouses comme constituées par les ventrales; elle a été proposée par Bloch, Forster, Stannius, C. Duméril.

Vient ensuite l'opinion la plus communément répandue parmi les auteurs; selon ceux qui l'adoptent, la ventouse antérieure est formée par les pectorales, et la postérieure, par les ventrales. Cuvier (1817), Goldfuss, Rosenthal, Cloquet, Jenyns, Yarrel, Swainson, Valenciennes, Richardson, Costa, Stannius, Nilsson, W. Thompson,

[1] Pour les indications bibliographiques le lecteur est prié de se reporter à l'Historique.

Girard, Van der Hoeven, Couch et Jourdain partagent cette manière de voir.

Enfin, la quatrième hypothèse est celle qui fait de la ventouse antérieure, les ventrales, et de l'ensemble des petites pectorales et de la ventouse postérieure, les coracoïdiens de Cuvier. Elle a été proposée par Laurillard (1835), Günther (1861) et Moreau (1881).

Pour être complet je dois dire que Niemiec considère la ventouse antérieure comme formée par les ventrales et déclare ne pouvoir tirer de son travail aucune conclusion homologique en ce qui concerne la ventouse postérieure. Il se demande si on ne pourrait pas considérer ses lames osseuses comme représentant les sixièmes rayons ptérygiens, ou bien si ce ne sont pas des formations complètement primitives et indépendantes.

J'arrive maintenant à la discussion de l'homologie des ventouses, basée sur les résultats que j'ai exposés précédemment. J'examinerai successivement : le squelette, les muscles, les nerfs et le développement.

1° *Squelette*[1]. — La considération exclusive du squelette ne conduit qu'à des résultats équivoques. En effet, comme la charpente de la pectorale *proprement dite* des Lepadogasters est absolument normale et que, d'autre part, le coracoïdien des Téléostéens est *toujours* articulé avec l'huméral, on doit, pour être logique, regarder le squelette de la ventouse antérieure comme représentant les pièces antérieures des deux coracoïdiens, les os des petites pectorales comme les homologues des pièces postérieures de ces mêmes coracoïdiens et ceux de la ventouse postérieure comme équivalent aux os des nageoires ventrales.

Mais, les objections qu'on peut faire à ce mode d'interprétation sont très graves. Tout d'abord on ne voit jamais les coracoïdiens venir se rapprocher et s'articuler sur la ligne médiane, de plus, quand ces os sont doubles, leurs deux pièces ne sont jamais complètement

[1] Voir p. 459 à 472.

séparées l'une de l'autre, comme c'est le cas pour l'os de la ventouse antérieure et celui de la petite pectorale. Enfin, le coracoïdien ne porte jamais de vrais rayons.

Si l'on abandonne l'hypothèse dont je viens de parler, il faut admettre que les deux os de la ventouse antérieure représentent ceux des deux ventrales, accolés sur la ligne médiane et articulés avec l'huméral. Cette disposition des ventrales est des plus fréquentes chez les Téléostéens ; mais que représentent alors les os de la petite pectorale et ceux de la ventouse postérieure? Ils ne peuvent plus être considérés que comme les deux pièces du coracoïdien ; alors on objectera comme dans le premier cas que les coracoïdiens ne s'articulent jamais sur la ligne médiane et surtout qu'ils n'abandonnent jamais l'huméral avec lequel ils sont toujours en rapport par leur extrémité antérieure.

On le voit, l'unique étude du squelette est insuffisante si l'on veut se rendre un compte exact de la véritable nature de l'appareil adhésif des Gobiésocidés.

2° *Muscles*[1]. — Par ce que je viens de dire du squelette, on voit que la question de l'homologie des disques peut se poser de la façon suivante : Quelle est celle des deux ventouses des Lepadogasters dont la structure se rapproche le plus de celle des nageoires ventrales?

La réponse à cette question est facile ; en effet, la ventouse postérieure n'a que de faux rayons qui ne se mettent pas en rapport avec ses os et elle ne possède qu'un muscle dont la disposition diffère totalement de celle des releveurs et abaisseurs qu'on trouve toujours dans une ventrale. Au contraire, chaque moitié de la ventouse antérieure est une nageoire ventrale des mieux constituée qui a cinq rayons : quatre articulés dont la structure est typique, et un osseux sous-cutané. De plus, son appareil musculaire, composé d'un releveur disposé en deux couches et d'un abaisseur logé dans les cavités du

[1] Voir p. 483 à 490.

squelette, est fondamentalement identique à celui qu'on sait exister dans toutes les ventrales.

L'étude des muscles et des pièces auxquelles ils donnent le mouvement prouve donc que, seule, la ventouse antérieure peut être considérée comme le résultat du rapprochement de deux ventrales sur la ligne médiane.

3° *Nerfs*[1]. — La pectorale et la petite pectorale sont innervées par le grand hypoglosse et les deux premières paires spinales ; la ventouse antérieure par les troisième et quatrième paires ; enfin, la ventouse postérieure reçoit les cinquième et sixième nerfs spinaux et de plus quelques rameaux de la quatrième paire.

Quelle conclusion peut-on tirer de cette disposition ?

La distribution des nerfs rachidiens dans les membres des Téléostéens est trop variable pour qu'on puisse assigner à chaque rameau spinal un champ d'innervation déterminé et constant ; cependant, la disposition des nerfs du Lepadogaster semble avoir une signification bien nette.

En effet, si la ventouse antérieure et la petite pectorale représentent le coracoïdien de Cuvier, le grand hypoglosse et les *quatre premières* paires spinales se distribuent *à la pectorale et à ses dépendances;* tandis que si c'est la ventouse postérieure qui, avec la petite pectorale, constitue le coracoïdien, il en résulte, 1° que la pectorale proprement dite et le coracoïdien antérieur reçoivent les premiers nerfs rachidiens, 2° que les ventrales sont innervées par les deux paires suivantes, 3° que le coracoïdien postérieur l'est par les deux paires qui viennent après celles destinées aux ventrales. Cela revient à dire que la moitié postérieure du coracoïdien, qui fait partie intégrante de la pectorale, est animée par des nerfs qui naissent en arrière de ceux destinés à la ventrale.

La première hypothèse paraît beaucoup plus logique que la seconde et cependant c'est celle-ci que j'adopte, car je considère les

[1] Voir p. 538 à 542.

arguments fournis par la structure et par le développement des ventouses comme ayant beaucoup plus de valeur que les autres.

Du reste, si l'on admet, comme on est forcé de le faire quand on regarde la ventouse antérieure comme représentant les ventrales, que le coracoïdien des Lepadogasters a subi un déplacement considérable en arrière, il est facile de se rendre compte de la disposition de l'appareil nerveux.

En effet, dans les Téléostéens, le coracoïdien ne joue aucun rôle important, *il n'a aucun muscle qui lui soit propre et n'est en rapport avec aucune partie tactile;* c'est simplement un appendice osseux servant de point d'insertion à une partie du grand latéral; *aussi n'y a-t-il pas de nerf qui lui soit particulièremant affecté.*

Chez les Lepadogasters, au contraire, le coracoïdien (surtout le postérieur) sert de soutient à un organe très important qu'on ne rencontre absolument que dans la famille des Gobiésocidés; il est donc naturel de voir les nerfs spinaux *spécialement* destinés à l'innervation de cet organe appartenir à la région qu'il occupe plutôt qu'à une région éloignée[1].

4° *Développement*[2]. — J'ai dit, en décrivant l'embryon du *L. Gouanii*, que je considère ses ailerons interpectoraux (pl. XXXV, fig. 1, 2, 4, 6 et pl. XXXVI fig. 3, 4, *v*) comme le premier rudiment de ses ventrales; mais pour que ce fait pût servir à établir les homologies du disque, il faudrait que les embryons eussent le commencement de leurs deux ventouses, et on sait que je n'ai jamais pu réussir à avoir aucun animal dans ce cas.

Heureusement, les jeunes Lepadogasters fournissent un argument d'une valeur considérable, et voici comment:

La pectorale proprement dite des Lepadogasters étant absolument normale, la discussion se borne à savoir quels os représentent ceux

[1] On pourrait objecter que, par exemple, lorsque les ventrales deviennent jugulaires, on voit, comme le dit Cuvier, leurs nerfs se recourber pour aller les trouver sous la gorge; mais les ventrales ont des paires spinales qui leur appartiennent en propre, tandis que le coracoïdien n'est pas du tout dans ce cas.

[2] Voir p. 602 à 604.

des ventrales et quels os correspondent aux coracoïdiens ; or, dans les Téléostéens, ces derniers sont des os de membrane, tandis que les os des ventrales sont précédés par des cartilages ; la question revient donc à rechercher quelle est celle des deux ventouses dont le squelette est d'abord cartilagineux.

Les coupes qu'on peut faire dans les jeunes Lepadogasters répondent à cette question ; elles montrent que dans ces jeunes animaux *les deux os de la ventouse antérieure sont représentés par un cartilage* absolument identique par sa structure à ceux qui précèdent les os des branchies ou de la vertèbre occipitale par exemple. La ventouse antérieure est donc formée par les ventrales.

En résumé :

1° La ventouse antérieure des Lepadogasters est formée en avant par les deux apophyses internes des huméraux, au milieu par les os et les muscles des ventrales et sur les côtés par leurs rayons.

2° Les petites pectorales et la ventouse postérieure représentent les coracoïdiens qui ont été considérablement rejetés en arrière, ce qui explique la disposition de l'appareil nerveux de cette dernière ventouse.

XVII

PLACE DES GOBIÉSOCIDÉS [1] DANS LE CADRE ICHTYOLOGIQUE.

La place que les ichtyologistes ont donné aux Lepadogasters dans la série des poissons est extrêmement variable comme on peut en juger par le résumé suivant :

Bonnaterre les rangeait dans les Cartilagineux ; Bloch en faisait ses *Hendecapterygii* ; Lacépède, C. Duméril (1806) et Risso les mettaient dans les Cartilagineux [2] thoraciques ; Goldfuss dans ses Cartilagineux macrostomata.

[1] Contrairement à ce que dit Jourdain, ce n'est pas Günther, mais Bleeker (*loc. cit.*) qui a créé la famille des Gobiésocidés.

[2] En 1856, C. Duméril les laissait encore dans ses fibro-cartilagineux avec les genres Cycloptère, Chironecte et Baudroie.

Plusieurs auteurs les ont placés parmi les Branchiostèges, par exemple : Walbaum, Montaigu, Donovan et Nardo ; cependant, de bonne heure on les a considérés comme des osseux ; ainsi Lacépède et Duméril mettaient les *Gobiesox* dans les osseux thoracins ; Rafinesque (1810) rangeait les Lepadogasters dans ses *Dactipli* avec les *Dactylopterus*, les *Trigla* et les *Péristedion ;* C. Bonaparte, au contraire, les rapprochait des *Blennius* (section des *Physoclysti*) et, en 1815, Rafinesque les mettait dans ses Osseux *thoraxipia* avec les genres *Gobius*, *Gobioïdes*, *Umbra*, *Cyclopterus*, *Lumpus*, *Liparis*.

Goüan, dès 1770, faisait de son *barbier* ou *porte-écuelle* un Malacoptérygien qu'il rapprochait des Ammodytes et des Gades ; Fleming et Templeton l'ont aussi pris pour un Malacoptérygien.

Cuvier, Latreille, Jenyns, Yarrel, Valenciennes, Guichenot, Claudio Gay et Moreau en font un Malacoptérygien subbrachien, Risso (1827) et Nordmann un Malacoptérygien thoracique.

Enfin, en 1843, Johannes Müller adopte une opinion totalement différente de toutes celles que je rapporte ici en classant les genres *Cyclopterus*, *Liparis*, *Lepadogaster*, *Gobiesox*, *Cotylis* et *Syciases* parmi les Acanthoptérygiens. A. Günther et F. Day font de même.

Parmi tous les auteurs que je viens de citer, Johannes Müller est le premier qui fasse mention du rayon osseux de la ventrale des Gobiésocidés et qui invoque sa présence pour déterminer leur place dans la série des Téléostéens. Voici du reste le passage textuel de Müller :

« Nun liegt mir ob, zu beweisen, dass die Discoboli Cuvier's von ihm mit Unrecht unter die Malacopterygii subbrachii versetzt worden sind, und dass sie zum grössern Theil entschiedene Acanthopterygier sind. . . . . .

. . . . . .

« Untersucht man die erste etwas versteckte Rückenflosse des *Cyclopterus lumpus* genauer durch Präparation, so zeigt sich, dass sie ganz aus einfachen Knochenstrahlen ohne alle Articulation besteht.

« Die *Liparis* haben nur eine einzige lange Rückenflosse von

biegsamen Strahlen. Die ersten 15 Strahlen derselben sind völlig einfach und ohne Spur von Articulation.

« Die *Gobiesox* haben nur 2 einfache unarticulirte Strahlen am Anfang ihrer Rückenflosse. Bei *Lepadogaster* endlich fehlen die unarticulirten Strahlen der Rückenflosse ganz, wie bei *Zoarces* unter den Blennien, *Ophicephalus* unter den Labyrinthfischen, *Malthe* unter den Pediculaten. Da die *Gobiesox* und *Lepadogaster* indess einen ersten kurzen unarticulirten Strahl der Bauchflossen besitzen, so giebt sich auch hierin ihre Verschiedenheit von Malacopterygii subbrachii zu erkennen[1]. »

L'existence d'un seul rayon osseux dans la ventrale des Gobiésocidés[2] suffit, à mon avis, pour légitimer la place que leur donne J. Müller; cependant, M. Moreau[3], dans son bel ouvrage sur les Poissons de la France, classe encore les Lepadogasters parmi les Malacoptérygiens subbrachiens, à côté des Cycloptéridés. Cet auteur n'ignore cependant pas l'existence du rayon osseux, car il dit, page 355 : « ventrales ayant chacune quatre rayons assez forts, articulés, plus, en avant, un rayon court, ou plutôt un tronçon de rayon caché dans la peau, ne pouvant être vu qu'après dissection ». Malgré cela, dans les diagnoses des six espèces françaises, il donne toujours la formule V. 4 tandis qu'il faudrait V. 1+4. Il dit même à la page 348, en parlant de ses Cycloptéridés qui comprennent les genres *Cyclopterus*, *Liparis*, *Lepadogaster* et *Gouania* :

« Nous laissons les Cycloptéridés dans le sous-ordre des Malacoptérygiens ; il nous semble impossible de placer parmi les Acanthoptérygiens des poissons qui n'ont aucune nageoire épineuse ».

A. Günther et F. Day suivent l'exemple de Müller, comme je l'ai dit plus haut.

[1] J. Muller, *Beiträge zur Kenntniss der natürlichen Familien der Fische* in *Archiv für Naturgeschichte* de *Wiegmann et Erichson*. Berlin, 1843, p. 295-296.

[2] Dans *Horæ Ichtyologiæ*, Muller et Troschel donnent la formule V. 1—4 pour la ventrale de leurs deux genres *Cotylis* et *Syciases*.

[3] Emile Moreau, *Histoire naturelle des Poissons de la France*, t. III, p. 348-366.

Quant à la position que les Gobiésocidés doivent occuper parmi les Acanthoptérygiens, il est assez difficile de la préciser; mais je crois qu'ils ne doivent être rapprochés ni des Gobiidés, ni des Cycloptéridés, car le coracoïdien de ces derniers est normal et leur ventouse constituée uniquement par les ventrales qui forment un disque complètement fermé. Il me semble au contraire très naturel, de réunir, comme l'a fait Günther, les Cycloptéridés aux Gobiidés et d'en séparer les Gobiésocidés.

Je mets en regard la liste des genres qui composaient la famille des Discoboles de Cuvier[1] et la place que ces genres occupent dans la classification de A. Günther[2]. Je crois que, de toutes les classifications, c'est celle qui ménage le mieux les vraies affinités des anciens Discoboles.

Malacoptérygiens subbrachiens.	Acanthopterygii.
DISCOBOLES.	8e division : COTTO-SCOMBRIFORMES.
Lepadogastres.	.....
Lepadogastres propres.	7e famille : *Scombridæ* (Scomber, Thynnus, Echeneis, etc.)
Gobiesoces.	.....
	9e division : GOBIIFORMES.
Cycloptères.	1re famille : *Discoboli* (Cyclopterus, Liparis).
Lumps.	2e famille : *Gobiidæ* (Gobius, Callionymus, etc.)
Liparis.	.....
	14e division : GOBIÉSOCIFORMES.
Echeneis.	(Cotylis, Syciases, Gobiesox, Lepadogaster, Leptopterygius, etc.)
Ophicephales.	15e division : CHANNIFORMES (Ophiocephalus).

RÉSUMÉ.

Dans le premier chapitre de ce mémoire, j'ai donné un historique aussi complet que possible des travaux qui ont été publiés sur les Lepadogasters. Borlase a découvert le Lesser sucking-fish auquel Goüan a donné le nom générique de *Lepadogaster* et Lacépède le nom spécifique de *Gouanii*.

[1] CUVIER et VALENCIENNES, *Histoire naturelle des poissons*, t. I, p. 221.

[2] A. GUNTHER, *An Introduction to the Study of Fishes*. Edinburgh, 1880, p. 438-514.

Lacépède a aussi créé le nom de *Gobiesox* pour le *Cephalus fluviatilis major* de Plumier. Laurillard a le premier découvert les vraies homologies des pièces osseuses de l'appareil adhésif.

J. Müller a découvert le rayon osseux et classé le premier les genres *Lepadogaster*, *Gobiesox*, *Syciases* et *Cotylis* parmi les Acanthoptérygiens. Bleeker a créé la famille des Gobiésocidés. Enfin A. Günther a donné de nombreux détails anatomiques très exacts sur divers genres de Gobiésocidés et a reconnu les vraies affinités des poissons munis de ventouse (Gobiidés, Cycloptéridés, Gobiésocidés).

Sous le titre de Généralités, j'ai réuni tout ce qui concerne les mœurs, l'habitat et le mode de pêche des quatre espèces que j'ai étudiées: *L. Gouanii*, *L. Candollii*, *L. bimaculatus*, et *L. Wildenowii*. Je crois avoir été le premier à signaler la présence du *L. Wildenowii* à Banyuls ainsi que celle du *L. Candollii*, du *L. bimaculatus* et du *Liparis* (Cycloptéridés) à Roscoff. J'ai relaté dans le même chapitre quelques expériences relatives à la résistance du *L. Gouanii* à l'action de l'eau douce.

Le crâne, dont j'ai donné une description détaillée, est très aplati, sans crête dorsale ni latérales; ses apophyses orbitaires sont très saillantes. Il n'y a pas de rocher, d'aile orbitaire ni de sphénoïde antérieur.

Les surtemporaux manquent totalement et il n'y a qu'un seul sous-orbitaire.

Dans l'arcade palatine on ne trouve pas de ptérygoïdien; un seul os représente le tympanal et le symplectique. Le préopercule n'est pas superficiel, mais caché sous la masse épaisse du releveur des mâchoires.

La chaîne intermédiaire des osselets, située d'ordinaire en arrière de l'os lingual, manque complètement. Les pharyngiens supérieurs sont seulement au nombre de deux (un de chaque côté), les inférieurs ne sont pas soudés.

Les quatre premières vertèbres n'ont pas d'apophyse épineuse.

La première vertèbre n'a jamais de côtes, de sorte qu'il n'y a que

treize côtes dorsales. Les douze dernières côtes ont chacune un appendice situé dans leur prolongement. On observe souvent de petites côtes sur les premières vertèbres caudales.

J'ai décrit avec beaucoup de détail les os des membres. Je rappellerai seulement ici que les deux huméraux et les os des deux ventrales forment un ensemble dont les pièces sont absolument immobiles les unes par rapport aux autres tandis que les articulations du surscapulaire avec le crâne, du scapulaire avec le surscapulaire et de l'huméral avec le scapulaire, sont d'une extrême mobilité qui contraste absolument avec ce qui a lieu ordinairement.

Les pièces des coracoïdiens sont considérablement reportées en arrière et sans rapport avec l'huméral ; les deux postérieures s'articulent sur la ligne médiane.

L'appareil musculaire des membres des Lepadogasters est des plus compliqués ; il est impossible de le résumer en quelques lignes. Dans le chapitre qui lui est consacré je l'ai décrit avec le plus de méthode que j'ai pu en indiquant toujours le rôle de chaque muscle.

Il est important de faire remarquer que la ventouse antérieure a absolument la structure de deux ventrales accolées ; tandis que la postérieure n'a aucun caractère qui permette de la considérer comme telle.

Plusieurs des muscles intrinsèques de l'appareil adhésif ne se retrouvent chez aucun poisson appartenant à une autre famille que celle des Gobiésocidés ; ce sont ceux qui font partie de mes troisième, quatrième, cinquième et sixième groupes.

La ventouse antérieure, semi-circulaire, est largement ouverte en arrière ; la postérieure, au contraire, est complète, son bord est constitué en avant par l'adducteur des coracoïdiens postérieurs, sur les côtés et en arrière par du fibro-cartilage. Sur les côtés de l'espace interventousaire on rencontre le cartilage interventousaire avec son appendice et sa membrane, et, au-dessus de ces parties, la petite pectorale. Les plaques hexagonales sont constituées par un épaississement considérable de l'épiderme, dont les cellules les plus super-

ficielles sécrètent une cuticule d'une épaisseur relativement énorme.

La ventouse postérieure adhère seule et se décolle sous l'action des muscles *y*, *x* et *z*; l'antérieure ne peut se fixer que par la fermeture hermétique de ses ouvertures postérieures ; ce sont les rayons les plus inférieurs de la pectorale et le quatrième rayon articulé de la ventrale qui assurent cette fermeture.

La ventouse postérieure est très fortement attachée à l'antérieure et à la pectorale par des ligaments et des muscles. Il résulte de là que les muscles extrinsèques déplacent toujours *l'ensemble* des deux ventouses. Ces déplacements sont très étendus et s'effectuent dans tous les sens, de sorte que les Lepadogasters se servent de leur disque double comme d'un pied adhérent.

Les dents sont portées par les intermaxillaires, les pharyngiens supérieurs et inférieurs, et les os dentaires; le tube digestif est tout droit ; il n'y a pas d'appendices pyloriques. Le pancréas consiste en trois masses principales qu'on distingue facilement à l'œil nu.

Il y a de chaque côté quatre veines branchiales qui s'anastomosent deux à deux ; les quatre troncs veineux qui en résultent se réunissent à leur tour pour constituer l'aorte qui, immédiatement donne l'artère mésentérique, une artériole rénale et l'artère sous-clavière. Celle-ci nourrit la pectorale, les ventrales et la ventouse postérieure. Le *circulus cephalicus* est intra-crânien.

Il n'y a pas de sinus de Cuvier.

Les branchies sont au nombre de trois et demie.

Les lobes olfactifs sont sessiles et coiffent les hémisphères ; l'épiphyse est extrêmement courte et ne peut se voir que sur les coupes.

Le cervelet est court, les lobes inférieurs, confluents en avant, mais complètement séparés postérieurement par le sac vasculaire. L'hypophyse est ellipsoïdale, absolument sessile et située au centre des lobes inférieurs. Ceux-ci sont creusés d'un ventricule en communication avec l'infundibulum. Le quatrième ventricule est découvert sur une grande étendue par la brièveté du cervelet. Les hémisphères et le cervelet sont dépourvus de ventricule.

Le tronc latéral du trijumeau ne reçoit pas d'anastomose du pneumogastrique. Le glosso-pharyngien est très intimement accolé au pneumogastrique.

Le grand hypoglosse, la première et la deuxième paire spinale se rendent à la pectorale et à la petite pectorale. Les troisième et quatrième paires à la ventouse antérieure, à certains muscles interventousaires et même à l'adducteur des coracoïdiens postérieurs. Les cinquième et sixième paires innervent seulement la ventouse postérieure.

Les deux cordons du grand sympathique ont une anastomose transversale.

La peau est complètement nue ; elle contient trois sortes de glandes épidermiques.

Le système de la ligne latérale comprend sept canaux muqueux complètement indépendants les uns des autres ; l'un est médian, les six autres paires. Le canal longitudinal n'existe pas. Dans ces canaux se trouvent des terminaisons épidermiques munies d'un faisceau de cils.

En outre des canaux muqueux, on observe huit séries de fossettes épidermiques à terminaison nerveuse (quatre de chaque côté) ; deux sont innervées par les deux rameaux du nerf latéral ; les autres par de fins ramuscules du trijumeau.

Les terminaisons nerveuses consistent en une papille tronconique creusée d'une cupule tapissée de cils.

Les reins n'adhèrent pas au plafond de la cavité générale.

L'ovaire adhère à son enveloppe suivant un seul méridien situé du côté interne ; il est constitué par une mince couche épithéliale à laquelle tous les œufs sont adhérents. Cette couche épithéliale superficielle, mère des œufs, est en rapport avec le stroma de la glande qui est très réduit et consiste en un grand nombre de tractus aplatis isolés les uns des autres, conduisant souvent un vaisseau artériel ou veineux.

Dans les œufs jeunes, on trouve les couches suivantes de l'intérieur

à l'extérieur : 1° la zona radiata; 2° la membrane vitelline ; 3° le follicule; 4° la membrane propre du follicule, parcourue par un réseau vasculaire en continuité avec les vaisseaux du stroma et de l'épithélium.

Les cellules du follicule sont petites et aplaties sur l'hémisphère interne de l'œuf; elles sont, au contraire, volumineuses sur son hémisphère externe; cela tient à ce que l'appareil fixateur, qui se développe de très bonne heure, est sécrété par l'hémisphère externe de l'enveloppe folliculaire.

Quand l'ovaire est à maturité parfaite, on trouve à sa périphérie une couche d'œufs mûrs hémisphériques, pressés les uns contre les autres, mais absolument libres d'adhérence avec l'ovaire. En son centre, au contraire, on observe une masse de jeunes œufs, très petits et très nombreux qui a tous les caractères de l'ovaire à l'état de repos et qui adhère à l'enveloppe de l'ovaire suivant un méridien. Dans ce jeune ovaire, on trouve l'épithélium superficiel, les œufs qui lui adhèrent, le stroma central et les vaisseaux qu'il contient.

Les œufs mûrs ont une coque épaisse dont la face externe, déprimée, porte l'appareil adhésif mou qui deviendra solide dans l'eau. Au centre de cette face externe se trouve une petite dépression visible à l'œil nu sur l'ovaire frais ; elle permet de constater, que dans la glande à maturité comme dans la glande jeune, l'œuf est appliqué sur la paroi de l'ovaire par la face qui sera collée au corps que l'animal choisit pour déposer ses œufs.

En ce qui concerne le développement, j'ai suivi les embryons des *L. Gouanii*, *Candollii* et *bimaculatus* depuis les premiers stades jusqu'à la résorption complète de la vésicule ombilicale. Les chromatophores donnent aux embryons une livrée propre à chacun d'eux ; ceci joint aux différences de taille permet de distinguer très facilement les embryons des trois espèces.

L'embryon de *L. Gouanii* âgé de vingt jours est long de 6 millimètres, ses chromatophores sont noirs, rouges et jaunes. Les noirs, très abondants couvrent presque tout l'animal; les rouges, beaucoup

plus petits, sont dispersés un peu partout entre les noirs; les jaunes forment une bande longitudinale située au niveau de la corde dorsale.

Les mouvements d'étoilement des chromatophores sont très faciles à constater sur les embryons. Pour un même degré d'étoilement, c'est-à-dire pour un même diamètre, les figures qu'affecte un même chromatophore, soit en se dilatant, soit en se contractant, sont superposables. Sur les chromatophores de la nageoire impaire, j'ai pu constater que le trajet d'un rameau chromatophorique qui s'allonge est toujours marqué d'avance par une traînée translucide invariable, et que, réciproquement quand un rameau se contracte, il laisse visible derrière lui la traînée translucide qui avait paru le guider lors de son allongement.

La ceinture scapulaire de l'embryon de vingt jours est constituée par une tige fibreuse transparente, réfringente, située derrière l'oreille et l'appareil branchial; sur son bord postérieur, elle porte une lame cartilagineuse munie d'un appendice conique vers le bas.

Les ventrales apparaissent vers le quatorzième jour ; elles se présentent comme des ailerons situés entre les pectorales et changent de forme à mesure que l'embryon grandit. Les coupes montrent qu'elles sont constituées par des masses cellulaires à gros noyaux recouvertes par la peau qui renferme de grosses glandes muqueuses unicellulaires dans cette région comme dans plusieurs autres.

Le foie prend naissance vers le sixième jour sous la forme d'une évagination de la face ventrale de l'estomac et la *vessie natatoire*, vers le septième par une évagination de la face dorsale du même organe, un peu en avant de celle du foie.

Le huitième jour, cette évagination se renfle, et son très étroit canal de communication s'oblitère complètement entre le dixième et le onzième jour. Quelques temps avant la résorption complète de la vésicule ombilicale, la vessie natatoire se gonfle de gaz et se présente alors sous la forme d'un globule ellipsoïdale d'un blanc d'argent à la lumière réfléchie, visible à l'œil nu.

Les Lepadogasters adultes sont privés de vessie natatoire.

Les coupes transversales faites dans de jeunes *L. Candollii* montrent que les os de la ventouse antérieure sont précédés par des cartilages ; ceci prouve que cette ventouse est formée par les ventrales réunies.

L'étude attentive du disque des *Gobiesox* et du *Syciases sanguineus* montre qu'il est construit sur le même plan que ceux des Gobiésocidés à ventouse double. Il n'y a de différences importantes que dans les muscles qui occupent les régions homologues de la ventouse postérieure et de l'espace interventousaire.

Le disque tout entier des Gobiésocidés à ventouse unique fonctionne exactement comme la ventouse antérieure des Lepadogasters.

Les canaux muqueux ne présentent qu'une différence importante : c'est la communication des deux systèmes sous-mandibulaire et préoperculaire.

Dans l'avant-dernier paragraphe j'ai discuté la question de l'homologie des ventouses des Gobiésocidés et j'ai montré, en invoquant surtout la structure anatomique et histologique des ventouses chez le jeune et chez l'adulte, que la seule opinion acceptable est celle que Laurillard a proposé le premier.

Enfin, le dernier chapitre a été consacré à rechercher quelle place doivent occuper les Gobiésocidés dans le cadre ichtyologique. J'adopte l'opinion de Müller qui classe ces poissons parmi les Acanthoptérygiens; mais, à l'exemple de Günther je les éloigne des Cycloptéridés, qui ont beaucoup plus d'affinité avec les Gobiidés qu'avec les Gobiésocidés.

EXPLICATION DES PLANCHES.

(Les lettres sont rangées par ordre alphabétique.)

PLANCHE XXIV.

LEPADOGASTER GOUANII.

Lettres communes à plusieurs figures.

1, surscapulaire; 2, scapulaire; 3, huméral; 4, coracoïdien antérieur; 5, coracoïdien postérieur; 6, cubital; 7, radial; 8, os carpiens; 9, rayons de la pectorale; 10, rayon osseux de la même; 11, os de la ventrale; 12, rayon osseux de la ventrale; 13, rayons articulés de la même; *e*, apophyse externe de l'huméral; *i*, son apophyse interne; *m*, son apophyse moyenne.

FIG. 1. Figure 4 de la planche III de l'*Histoire naturelle des poissons*, de Cuvier et Valenciennes; elle représente le squelette de la pectorale droite de *Perca fluviatilis* vu par sa face interne.

2. Une partie de la figure 3 de la même planche du même ouvrage; elle représente le cubital (6), le radial (7), les os carpiens (8) et les rayons (9-10) de la pectorale du même poisson.

3. Ensemble du squelette des membres du *L. Gouanii* vu en dessous. *b*, bord de l'os de la ventrale sur lequel sont à cheval les quatre premiers rayons de cette nageoire; *cd*, condyle du surscapulaire s'articulant avec l'occipital externe; *h*, tubercule où s'attache le ligament scapulo-crânien; *t*, trou inférieur de la pyramide tronquée de l'os de la ventrale; *t' t''*, trous inférieur et supérieur de la pyramide de l'os de la ventrale; *to*, tige osseuse limitant le trou *t*, en avant; *z'*, tubérosité fixée à la gaine de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs. Gross., 5 d.

4. Surscapulaire gauche vu en-dessus. *cd*, condyle s'articulant avec l'occipital externe; *ea*, extrémité aplatie qui s'applique sous l'extrémité antérieure du scapulaire. Gross., 5 d.

5. Scapulaire gauche vu en-dessus. *b'*, cavité arrondie pour le condyle de l'huméral; *ea'*, extrémité antérieure appliquée au-dessous de l'extrémité externe du scapulaire. Gross., 5 d.

6. Une partie du squelette de la pectorale vue par sa face latérale ou externe. *l'*, insertion de la portion inférieure du sterno-hyoïdien; *l''* limite externe de cette insertion sur l'huméral et le cubital; *ph*, insertion de l'huméro-pharyngien superficiel; *r*, insertion de l'adducteur des rayons osseux; *t*, trou du radial par lequel passent des filets nerveux destinés à l'abducteur de la pectorale. Gross., 5 d.

7, 8, 9. Huméral gauche vu par sa face postérieure (7), antérieure (8) et supérieure (9). *a*, condyle s'articulant avec l'os de la ventrale; *b*, condyle s'articulant avec le scapulaire; *d*, surface d'insertion du scapulo-huméral; *e* (fig. 7) surface d'insertion du faisceau C du grand latéral du tronc; *f*, *g*, cavités dans lesquelles s'introduisent les pointes *f'* et *g'* du cubital

(fig. 10); *l*, surface d'insertion de la portion supérieure du sterno-hyoïdien ; *n*, surface d'insertion de l'huméro-occipital; *o*, surface d'insertion de l'huméro-mastoïdien; *p*, surface d'insertion de l'huméro-pharyngien profond; *ph*, surface d'insertion de l'huméro-pharyngien superficiel ; *q*, surface d'insertion de la portion D du grand latéral du tronc ; *r*, surface d'insertion de l'adducteur des rayons osseux; *u*, surface d'insertion du muscle allant de l'huméral à l'os de la ventrale. Gross., 5 d.

Fig. 10. Cubital (6), radial (7) et carpiens (8) dissociés et vus par la face externe. *f', g'*, saillies entrant dans les cavités *f*, *g* (fig. 7); *t*, trou pour le passage de filets nerveux se rendant à l'abducteur de la pectorale. Gross., 5 d.

11. Coracoïdien antérieur gauche vu par la face externe. Gross., 5 d.

12. Les deux os des ventrales (ventouse antérieure) vus par leur face supérieure; *as*, arêtes supérieures de la pyramide; *b*, bord de l'os sur lequel sont à cheval les quatre premiers rayons de la ventrale; *ch*, cavité dans laquelle se loge le condyle (*a*) de l'huméral ; *t''t'*, trous de la face supérieure et de la face inférieure de la pyramide; *v*, ligne d'insertion des releveurs des quatrième et cinquième rayons ; *v'*, surface d'insertion des releveurs des deuxième et troisième rayons ; *w*, surface d'insertion du muscle de la peau interventousaire ; *x*, surface d'insertion du muscle qui se fixe à la gaine de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs ; *z*, surface d'insertion du muscle reliant l'os de la ventrale à la face dorsale du coracoïdien postérieur. Gross., 5 d.

13. Os des ventrales vus par leur face antérieure; *b*, *ch*, mêmes significations que dans la figure précédente ; *t'''*, trou de la base antérieure du tronc de pyramide ; *to*, tige osseuse formant l'arête antéro-inférieure du tronc de pyramide. Gross., 5 d.

14. Os de la ventrale gauche vu par la face interne, *ae*, arête externe de la pyramide; *ai*, son arête inférieure; *as*, son arête supérieure ; *cl*, cloison séparant la pyramide du tronc de pyramide ; *t*, trou inférieur du tronc de pyramide; *t'*, trou inférieur de la pyramide; *t''*, trou supérieur de la pyramide ; *t'''*, trou antérieur du tronc de pyramide; *z'* tubérosité solidement fixée à la gaine de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs. Gross., 5 d.

15, 16. Rayon osseux de la ventrale gauche vu par la face inférieure (15) et interne (16). *a*, branche à laquelle vient se fixer le releveur; *r*, branche à laquelle vient s'attacher l'abaisseur. L'adducteur s'insère sur les deux faces de la lame antérieure du rayon. Gross., 5 d.

PLANCHE XXV.

LEPADOGASTER GOUANII.

Fig. 1, 2, 3, 4. Crâne vu en dessus (1), en dessous (2), par le côté droit (3) et par derrière (4). *ao*, apophyse de l'occipital externe avec laquelle s'articule le surscapulaire en *ss*, fig. 4 ; *ap*, apophyse pré-orbitaire du frontal antérieur; *apo*, apophyse post-orbitaire du frontal postérieur ; *cm*, canal muqueux longitudinal du système médian; *cmf*, canal muqueux creusé

dans le frontal postérieur et le mastoïdien; *ct*, cavité articulaire creusée dans le frontal postérieur pour le temporal; *ct'*, cavité articulaire creusée dans le mastoïdien pour le temporal; *e*, ethmoïde; *fa*, frontal antérieur; *fp*, frontal principal; *fpo*, frontal postérieur; *ga*, grande aile du sphénoïde; *m*, mastoïdien; *ob*, occipital basilaire; *oe*, occipital externe; *ol*, occipital latéral; *ol'* surface articulaire appartenant à l'occipital latéral; *op*, orifice postérieur du canal muqueux creusé dans le frontal postérieur et le mastoïdien; *opo*, orifice post-orbitaire du canal muqueux creusé dans le frontal principal; *os*, interpariétal; *pa*, portion anastomotique du système muqueux médian; *pt*, pariétal; *s*, sphénoïde principal; *ss*, fossette dans laquelle s'articule l'extrémité interne simple du surscapulaire; *t*, trou de la grande aile donnant passage au facial; *to* (fig. 1, 2, 3) tubercule osseux du frontal avec lequel s'articule le palatin; *to* (fig. 4) trou occipital; *v*, vomer; *v'*, chevron du vomer; *v''*, apophyse inférieure du vomer. Gross., 5 d.

Fig. 5. Arcade palatine et os operculaires du côté gauche, vus par la face interne; *ag*, angulaire de la mâchoire inférieure; *h''*, pièce de l'hyoïde (voir fig. 13); *io*, interopercule; *j*, partie horizontale du jugal; *j'*, partie verticale du même; *op*, opercule; *po*, préopercule; *pt*, palatin; *so*, sous-opercule; *st*, styloïde; *tl*, temporal; *tp*, tympanal; *tv*, transverse. Gross., 5 d.

6. Arcade palatine gauche vue par la face externe; mêmes lettres que dans la figure précédente. Gross., 5 d.

7, 8, 9. Temporal vu par la face inférieure (7), interne (8) et externe (9). *f*, trou double pour le passage du facial; *fp*, cône pour le frontal postérieur; *md*, cône pour le mastoïdien; *op*, cône pour l'opercule; *po*, cône pour le préopercule; *ts*, cône pour l'articulation du styloïde et du tympanal. Gross., 5 d.

10, 11. Maxillaire supérieur droit vu en dessous (10) et en dessus (11). *ai*, apophyse située au-dessous de l'intermaxillaire; *as*, apophyse située au-dessus de l'intermaxillaire; *la*, apophyse à laquelle se fixe le ligament qui s'attache au bord supérieur de l'articulaire; *lc*, apophyse à laquelle se fixe le ligament qui va s'attacher à l'apophyse coronoïde de l'articulaire. Gross., 5 d.

12. Sous-orbitaire gauche vu par la face externe. *a*, orifice antérieur double de son canal muqueux; *p*, orifice postérieur unique du même. Gross., 5 d.

13. Hyoïde gauche vu par la face externe. *h*, *h'*, *h''*, os représentant respectivement les pièces 40 et 39, 38, 37 de l'hyoïde de la Perche (voir Cuvier et Valenciennes); *lg*, os lingual vu en raccourci; *qh*, queue de l'hyoïde; *st*, styloïde. Gross., 5 d.

14. Os lingual vu en dessus. Gross., 5 d.

15. Muscles de la face ventrale. La peau, la frange des deux ventouses, le cartilage interventousaire, les rayons de la ventouse antérieure et l'adducteur des rayons osseux ont été enlevés. Le coracoïdien antérieur (os de la petite pectorale) a été rejeté en dehors.

a, a', appendices des deuxième et troisième côtes (voyez plus loin la lettre *u*); *c*, abducteur de la pectorale; *d*, scapulo-huméral; *e*, bord de l'os de la ventrale sur lequel sont à cheval les rayons de cette nageoire; *f*, petite pectorale séparée du fibro-cartilage de la ventouse et rejetée en dehors; *h*, hyoïde; *h'*, os lingual; *i*, apophyse interne de l'huméral; *l*, portion inférieure du sterno-hyoïdien; *m*, fibres inférieurs du faisceau D du grand latéral; *r*, muscle reliant le coracoïdien postérieur au cubital; *s*, portion F du grand latéral du tronc; *s'*, fibres de cette portion pouvant tirer le cartilage interventousaire en avant; *s''*, fibres pouvant tirer le cartilage interventousaire en arrière; *s'''*, faisceau E du grand latéral; *t*, grêle inférieur du tronc; *u* (le graveur a remplacé l'*u* par un *a*), muscle allant de l'huméral à l'os de la ventrale; 2, scapulaire. Gross., 3 d.

Fig. 16. Os de la partie antérieure de la tête vus en dessus. *ai, as*, apophyses du maxillaire supérieur; *cn*, canal muqueux du nasal; *im*, intermaxillaire; *im'*, son apophyse montante; *mxs*, maxillaire supérieur; *n*, nasal; *pp'*, palatin; *so*, sous-orbitaire. Gross., 5 d.

PLANCHE XXVI.

LEPADOGASTER GOUANII.

Lettres communes à plusieurs figures.

III, IV, V, VI, troisième, quatrième, cinquième et sixième paire spinale *vv*, muscle de la peau interventousaire; *x*, muscle allant de l'os de la ventrale à la gaine fibreuse de l'adducteur des coracoïdiens postérieurs; *y*, adducteur des coracoïdiens postérieurs; *z*, muscle allant de la queue de l'os de la ventrale à la face supérieure du coracoïdien postérieur.

Fig. 1. Muscles de la face ventrale. La peau a été enlevée, la membrane interradiaire située entre la ventrale et la pectorale a été coupée; le bord antérieur de la ventouse postérieure est coupé et le postérieur échancré.

ab, abaisseur des rayons de la ventrale; *ac*, appendice du fibro-cartilage interventousaire; *ad*, adducteur des deux rayons osseux; *ad'*, portion de l'adducteur des rayons osseux s'insérant sur l'huméral; *an*, anus; *app*, appendice uro-génital; *at*, surface osseuse constituée par l'angulaire de la mâchoire et la partie postérieure de l'articulaire; *cb*, cavité branchiale; *ci*, fibro-cartilage interventousaire; *d*, scapulo-huméral; *dt*, apophyse du dentaire à laquelle se fixe l'articulo-dentaire *dt'*; *gh'*, génio-hyoïdien; *gh'*, partie tendineuse du même; *h*, hyoïde; *i*, apophyse interne de l'huméral; *l*, sterno-hyoïdien; *lg*, lingual; *m*, membrane interventousaire; *mxs*, maxillaire supérieur; *qh*, queue de l'hyoïde; *r*, muscle allant du coracoïdien postérieur au cubital; *rm, rm'*, les deux faisceaux de la partie du releveur des mâchoires qui va se fixer au maxillaire supérieur; *rt*, rectum; *s*, faisceau F du grand latéral du tronc; *t*, grêle inférieur du tronc; *tv*, muscle interdentaire; 1, rayon osseux; 11, os de la ventrale; ε, branche nerveuse de la quatrième paire spinale. Gross., 3 d.

Fig. 2. Muscles du plancher de la cavité abdominale. Le plafond de la cavité générale a été enlevé par une section horizontale.

a, scapulo-frontal; *d*, scapulo-huméral; *e*, faisceau C du grand latéral du tronc; *l*, sterno-hyoïdien; *lg*, ligament commun aux deux grêles du tronc; *n*, huméro-occipital; *o*, huméro-mastoïdien; *p*, huméro-pharyngien profond; *pl*, plexus nerveux de la pectorale; *q*, faisceau D du grand latéral du tronc; *rl*, releveur superficiel des rayons de la ventrale; *t*, *t'*, grêle inférieur du tronc; 1, surscapulaire. Gross., 3 d.

3. Les deux ventouses complètement isolées et vues en dessus. *fm*, muscle de la petite pectorale; *i*, apophyse interne de l'huméral; *lg*, ligament des grêles inférieurs du tronc; *m'*, trace laissée sur la petite pectorale par la membrane qui la réunit à la peau; *q*, faisceau D du grand latéral du tronc; *q'*, faisceau F du grand latéral du tronc; *t*, *t'*, grêle inférieur du tronc; *z'* rameaux nerveux destinés au muscle *z*; α, rameau de la troisième paire allant au bord de la ventouse antérieure; α', rameau de la branche β, fig. 4, imnervant le bord antérieur de la ventouse antérieure; ε, rameau de la quatrième paire donnant une branche au muscle *w*, une (ε') aux muscles *x* et *y* et un rameau anastomotique qui se joint à un ramuscule de la cinquième paire pour innerver le muscle *z*; 5, tubercule de l'os de la ventouse postérieure en contact avec celui qui termine l'extrémité commune des os des ventrales. Gross., 3 d.

4, 5. Releveurs superficiels (4) et releveurs profonds (5) des rayons de la ventouse antérieure. 1, 2, 3, 4, 5, rayons de la ventrale; *ab*, abaisseur des rayons de la ventrale; rl_1, releveur du rayon osseux; rl_2, rl_3, releveurs des premier et deuxième rayons articulés; rl_4, releveur profond pour les troisième et quatrième rayons articulés; α, rameau de la troisième paire spinale allant au bord de la ventouse antérieure concurremment avec α'; β, rameau de la troisième paire spinale dont la branche antérieure innerve le premier rayon articulé et la postérieure les trois derniers; γ, rameau volumineux résultant de l'anastomose d'une branche de la troisième paire et d'une de la quatrième; elle se rend aux releveurs et abaisseurs des rayons; δ, rameau de la quatrième paire innervant le troisième et le quatrième rayon; ε, branche de la quatrième paire destinée aux muscles *w*, *x*, *y*, *z*; ζ, fins ramuscules issus de la troisième paire et s'anastomosant avec le rameau ε. Gross., 5 d.

6. Figure destinée à montrer le détail des organes contenus dans l'espace interventousaire. Le bord antérieur et latéral de la ventouse postérieure a été coupé; la peau interventousaire enlevée et la pectorale écartée pour laisser voir la petite pectorale.

ab, abaisseur des rayons de la ventrale; *ac*, appendice du fibro-cartilage de la ventouse postérieure qui détermine un sillon s'ouvrant dans l'espace interventousaire; *ci*, cartilage interventousaire; *f*, petite pectorale; *m*, membrane très mince réunissant le fibro-cartilage interventousaire à la pectorale; *m'* membrane mince réunissant la petite pectorale à la peau de la paroi du corps; *pl*, pectorale; *r*, muscle réunissant le coracoïdien postérieur au cubital; *tm*, trace (sur la peau) de la membrane

qui relie la petite pectorale à la paroi du corps; *tm'*, trace de la même membrane sur la petite pectorale. Gross., 3 d.

PLANCHE XXVII.

LEPADOGASTER GOUANII.

Fig. 1, 2. Viscères vus en dessous (1) et en dessus (2). *a*, anus; *afa*, veine afférente de la partie antérieure du grand lobe hépatique; *afp*, veine afférente de la partie postérieure du même lobe; *av*, artère intestinale et veine mésaraïque; *avs*, artère viscérale; *cc*, canal de Cuvier; *es*, estomac; *gl*, grand lobe hépatique; *mp*, masse pancréatique ventrale; *œs*, œsophage; *p*, pancréas; *pc*, paroi du corps; *pl*, petit lobe du foie; *r*, rectum; *rt*, rate; *tp*, tronc porte; *v*, vésicule du fiel; *ves*, veines de la face inférieure de l'estomac; *vh*, veine hépatique; *vm*, veine mésentérique dorsale; *vms*, partie ventrale de la veine mésentérique dorsale; *vp*, veine pancréatique; *vs*, veine splénique. Gross., 3 d.

3. Région céphalo-thoracique vue en dessous. On a enlevé le sterno-hyoïdien, l'hyoïde, le cœur, le tube digestif, l'appareil branchial, l'interopercule, le génio-hyoïdien et du côté gauche l'abaisseur de l'arcade palatine. *ah*, artère hyoïdienne; *ao*, aorte; *aoc*, artère oculaire; *aop*, abaisseur de l'opercule; *ap*, abaisseur de l'arcade palatine; *ar*, appendice du rein *asc*, artère sous-clavière; *avs*, artère viscérale; *bo*, branchie operculaire; *ca*, cercle artériel; *cat*, cardinale antérieure gauche; *cc*, canal de Cuvier; *ce*, carotide externe; *ch*, chiasma des nerfs optiques; *ci*, carotide interne; *ci'*, branche externe de la carotide interne; *cp*, carotide primitive; *cp'*, cardinale postérieure; *gs*, grand sympathique; *im*, branches montantes des intermaxillaires; *mxi*, branche maxillaire inférieure du trijumeau; *mxs*, branche maxillaire supérieure du trijumeau; *n*, huméro-occipital; *o*, muscle huméro-mastoïdien; *oc*, œil vu en dessus au travers de la membrane qui forme le plancher de l'orbite; *ot*, *ot'*, *ot''*, otolithes; *pp*, branche ptérygo-palatine du trijumeau; *q*, portion D du grand latéral; *tc*, tronc commun de la veine de l'œil et de la branche anastomotique; *vm*, veine maxillaire; *vo*, vomer; *voc*, veine oculaire; *vop*, veine de la pectorale et de la région operculaire; *vop'*, veine peu constante rapportant le sang de la région operculaire; 1, 2, 3, 4, les quatre veines branchiales.

De chaque côté de la lettre *vo* (vomer) se trouve en avant le chevron de cet os, et en arrière le ligament palato-vomérien.

L'otolithe *ot* est vue au travers de la grande aile; en dehors de cet os se trouve le mastoïdien. Entre les deux otolithes *ot'*, *ot''* se voit la moelle au travers de l'occipital basilaire et de chaque côté l'occipital latérale. Gross., 4 d.

4. Les deux ventouses vues en dessous. A droite on a supposé enlevées les plaques épidermiques et la peau de la ventouse antérieure.

ap, artère de la pectorale; *asc*, artère sous-clavière; *avp*, artère de la ventouse postérieure; *av*, artère de la ventouse antérieure (muscles);

av', artère de la ventouse antérieure (rayons); *fg*, grande frange de la ventouse postérieure; *fg'*, petite frange de la ventouse postérieure; *ma*, marge antérieure de la ventouse antérieure; *mvp*, membrane interradiaire réunissant le cinquième rayon de la ventrale au troisième de la pectorale; *p*, pectorale; *ph*, plaques hexagonales de la ventouse postérieure (bord latéral et postérieur); *ph'*, plaques épidermiques de la ventouse postérieure (bord antérieur); *ph''*, plaques épidermiques de la moitié gauche de la ventouse antérieure; *s*, sillon; 2, 3, 4, 5, les quatre rayons articulés de la ventrale. Gross., 3 d.

Fig. 5. Animal ouvert sur la ligne médiane ventrale; l'intestin a été enlevé ainsi que le sterno-hyoïdien. *ao*, aorte; *ba*, bulbe artériel; *br*, branchies; *ca*, cardinale antérieure droite; *cc*, canal de Cuvier; *cd*, cardinale postérieure droite; *cg*, cardinale postérieure gauche; *o*, huméro-mastoïdien; *or*, oreillette; *p*, huméro-pharyngien profond; *q*, faisceau D du grand latéral; *r*, rein; *t*, testicule; *vc*, veine caudale; *vd*, veine de Duvernoy; *vh*, veine hépatique; *vi*, veines intercostales; *vop*, veine ramenant le sang de la pectorale et de la région operculaire; *vp'*, veine ramenant le sang de la pectorale (adducteur) et du faisceau D du grand latéral; *vp*, veine ramenant le sang de l'adducteur de la pectorale; *w*, veine des ventouses; *wp*, veines de la ventouse postérieure; *y*, adducteur des coracoïdiens postérieurs. Gross., 3 d.

6. Coupe de la peau. 1, petite glande superficielle se colorant fortement en noir par l'hématoxyline; 2, grosse glande ellipsoïdale se colorant en rouge par l'éosine; 3, grosse glande lagéniforme se colorant en violet foncé par l'hématoxyline; *ce*, canaux excréteurs des deux glandes 2 et 3; *d*, derme. Gross., 53 d.

7. Coupe du fibro-cartilage interventousaire. Gross., 290 d.

PLANCHE XXVIII.

LEPADOGASTER GOUANII.

Lettres communes à plusieurs figures.

ac, les trois racines de l'acoustique; *gg*, ganglion de Gasser; *gh*, les trois racines du grand hypoglosse; *h*, hémisphères cérébraux; *hyp*, hypophyse; *li*, lobe inférieur; *lo*, lobe optique; *mc*, moteur oculaire commun; *mxi*, nerf maxillaire inférieur du trijumeau; *mxs*, nerf maxillaire supérieur du trijumeau; *o*, branche ophtalmique du trijumeau; *pp*, branche ptérygo-palatine du trijumeau; *tra*, racine antérieure simple du trijumeau; *trp*, racine postérieure triple du même.

Fig. 1. Cerveau vu en dessus. *c*, cervelet; *lof*, lobes olfactifs; *lt*, nerf latéral du trijumeau; *op*, nerf optique; *p*, pathétique; *pn*, pneumogastrique; *rpf*, racine postérieure du facial. Gross., 5 d.

2. Cerveau vu en dessus. 1, ganglion du glosso-pharyngien et anastomose avec le grand sympathique; 2, nerf de la seconde branchie; 3, nerf de la troisième branchie; 4, nerf de la demi-branchie; *agg*, anastomose

issue du ganglion de Gasser et se rendant au facial ; *f*, facial décollé du ganglion de Gasser par la dissection; *gs*, premier ganglion du grand sympathique ; *gs'*, ganglion d'origine du grand sympathique sur le facial; *lt*, latéral du trijumeau ; *mex*, moteur oculaire externe ; *nl*, nerfs latéraux du pneumo-gastrique; *ol*, nerfs olfactifs ; *op*, branche operculaire du pneumo-gastrique; *p*, pathétique; *sv*, sac vasculaire; *td*, branche du pneumo-gastrique destinée au tube digestif.

La racine antérieure de l'acoustique droit a été coupée près de son origine et le bout périphérique rejeté en dehors. Gross., 5 d.

Fig. 3. Cerveau vu en dessus. *c*, cervelet ; *f*, facial ; *fa*, filet anastomotique simple ou double réunissant les deux racines antérieures de l'acoustique; *lp*, lobes postérieurs ; *ot*, *ot'*, *ot''*, otolithes ; *pra*, racine antérieure double du pneumo-gastrique ; *prp*, racine postérieure multiple du pneumo-gastrique ; *qr*, quatrième ventricule. Gross. 10 d.

4. Trijumeau gauche vu en dessus. Figure un peu schématique ; *ao*, branche du facial innervant l'abaisseur de l'opercule; *aap*, branche du facial se rendant à l'abaisseur de l'arcade palato-tympanique ; *agg*, filet nerveux venant du ganglion de Gasser et s'anastomosant avec le facial ; *e*, rameau externe de l'ophtalmique se rendant à la peau de l'angle orbitaire antéro-interne ; *gs'*, ganglion d'origine du grand sympathique sur le facial; *i*, rameau interne de l'ophtalmique, innervant le tentacule de l'orifice nasal antérieur et la peau de la région intermaxillaire ; *l*, nerf latéral du trijumeau; *mb*, rameau du facial se rendant à la membrane branchiostège ; *mi*, rameau du même nerf allant à la mâchoire inférieure ; *mi'*, petit filet du facial destiné à la mâchoire inférieure ; *mia*, branche antérieure du nerf maxillaire inférieur; *mip*, branche postérieure du même ; *mse*, branche externe du nerf maxillaire supérieur ; *msi*, branche interne du nerf maxillaire supérieur ; *oph*, branche ophtalmique du trijumeauu ; *raf*, racine antérieure du facial issue de la racine postérieure du trijumeau ; *rp*, rameaux peauciers destinés à la région operculaire et préorbitaire; *rp'*, rameaux peauciers issus de la partie postérieure de la racine postérieure du trijumeau et se rendant à la région operculaire; *rp''*, petit plexus peaucier situé au-dessous du bord osseux postérieur de l'orbite (les rameaux *rp'* et *rp''* sont supposés relevés); *rpf*, racine postérieure du facial née sur l'acoustique. Gross., 10 d.

5. Dans l'animal qui a servi à dessiner cette figure, le facial était libre de toute adhérence avec le ganglion de Gasser et les deux racines de ce nerf étaient séparées même après la naissance du sympathique. Mêmes lettres que dans les figures 2 et 4. Gross., 5 d.

6. Quatrième ventricule dont les lèvres ont été écartées pour montrer l'aspect de son plancher. Gross., 10 d.

7. Distribution du grand hypoglosse et des deux premières paires spinales. Les ventrales, le sterno-hyoïdien, l'appareil branchial et l'hyoïde ont été enlevés. A droite, les muscles *o* et *n* ont été extirpés, le grand hypoglosse, les deux premières paires spinales et les nerfs latéraux coupés. A gau-

che, la petite pectorale a été enlevée. Le plafond de la cavité générale a été sectionné suivant un plan horizontal.

I à VI, les six premières paires spinales ; *ao*, abaisseur de l'opercule; *asp*, anastomose transversale des deux filets du sympathique ; *d*, muscle scapulo-huméral ; *fm*, muscle de la petite pectorale ; *gh*, grand hypoglosse; *ghp*, plexus profond du grand hypoglosse ; *gp*, glosso-pharyngien ; *gs*, grand sympathique; *h*, huméral ; *lg*, ligament reliant le surscapulaire à l'occipital ; *lti*, nerf latéral inférieur; *lts*, nerf latéral supérieur; *n*, muscle huméro-occipital ; *npp*, nerf de la petite pectorale ; *o*, muscle huméro-mastoïdien; *p*, pharyngo-huméral profond ; *pg*, pneumo-gastrique coupé (on n'a conservé que le tronc latéral *tl*, le glosso-pharyngien *gp*, la branche operculaire et le nerf de l'huméro-mastoïdien); *ppc*, petite pectorale; *sf*, muscle scapulo-frontal. Gross., 3 d.

Fig. 8, 9, 10, 11. Coupes transversales du cerveau intéressant la partie antérieure (8), moyenne (9, 10) et postérieure (11) de la glande pinéale. Ces coupes sont distantes de 0mm,015 sauf 10 et 11 qui sont distantes de 0mm,030. *cm*, commissure grêle ; *ep*, épiphyse ; *lo*, lobe optique ; *pc*, pédoncules cérébraux ; *tp*, tubercules pédonculaires ; *tv*, troisième ventricule ; *vlo*, partie tout à fait antérieure du ventricule optique. Gross., 53 d.

12, 13. Coupes transversales du cerveau intéressant l'hypophyse (12) et le sac vasculaire (13). *as*, aqueduc de Sylvius ; *csv*, cavité du sac vasculaire ; *cvi*, canal transversal faisant communiquer le ventricule des lobes inférieurs avec l'infundibulum ; *el*, éminence lobée; *hyp*, hypophyse; *inf*, infundibulum; *rit*, racine inférieure du trijumeau ; *rsl*, renflements semi-lunaires ; *sv*, sac vasculaire; *vli*, ventricule des lobes inférieurs; *vlo*, ventricule optique. Gross., 33 d.

14, 15. Derme vu par sa face profonde (14) et par sa face superficielle (15). Gross., 225 d.

16. Deux formes du même chromatophore. L'une très contractée (1) ; l'autre très étoilée (2). La forme 2 en se contractant reprend constamment la forme 1 et celle-ci, en se dilatant, la forme 2. Gross., 100 d.

17. Trois formes (schématiques) du même chromatophore avec les traînées translucides que suivent les branches de l'étoile. Gross., 100 d.

PLANCHE XXIX.

LEPADOGASTER GOUANII et GOBIESOX RETICULATUS.

Lettres communes aux figures 1, 2, 3.

li, nerf latéral inférieur ; *ls*, nerf latéral supérieur; *op*, orifice nasal postérieur; *ra*, releveur de l'arcade palato-tympanique; *rm*, second faisceau de la première partie du releveur de la mâchoire ; *rm'*, premier faisceau de la première partie du releveur des mâchoires; rm_1, faisceau de la deuxième partie du même muscle; rm_2, faisceau supérieur de la même partie du même muscle ; *ro*, releveur de l'opercule ; *sm*, système muqueux mé-

dian ; *so*, système sous-orbitaire ; *ta*, tentacule antérieur de l'orifice antérieur de la narine ; *tp*, tentacule postérieur du même orifice.

Fig. 1. *Lepadogaster Gouanii* vu par la face dorsale, la peau seule a été enlevée, excepté autour des orifices des canaux muqueux. 1, canal muqueux préoperculaire vertical ; 2, canal muqueux préoperculaire postérieur (portion sous-cutanée); 4, orifice antérieur du système muqueux médian ; 5, orifice préorbitaire du même ; 6, 7, orifices post-orbitaires du même ; *a*, muscle scapulo-frontal ; *d*, muscle scapulo-huméral ; *gl*, faisceau A du grand latéral du tronc ; *gl'*, *gl''*, faisceaux B et C du même muscle ; *lt*, nerf latéral du trijumeau ; *ms*, nerf maxillaire supérieur; *n*, os nasal ; *o*, nerf ophtalmique; *oa*, orifice nasal antérieur ; *ss*, os surscapulaire. Gross., 3 d.

2. *Lepadogaster Gouanii* vu par le côté droit ; la peau n'a été enlevée que par places. 1, canal muqueux préoperculaire vertical; 2, canal muqueux préoperculaire postérieur (portion sous-cutanée) ; 2', canal muqueux préoperculaire postérieur (portion osseuse) ; 3, canal muqueux préoperculaire antérieur ; *fd*, ligne latérale dorsale de fossettes épidermiques ; *fn*, filet nerveux issu du nerf latéral et se rendant à une fossette épidermique ; *fo*, série operculaire de fossettes épidermiques ; *fpo*, série post-orbitaire ; *fv*, série latérale ventrale de fossettes épidermiques ; *r*, rayons de la ventrale ; *rm*, second faisceau de la première partie du releveur de la mâchoire. Gross., 3 d.

3. Tête de *L. Gouanii* vue en dessus et dépouillée de sa peau. 1, 2, 2', 3, comme dans la figure précédente ; 8, 9, 10, orifice postérieur (8), médian (9) et antérieur (10) du canal muqueux sous-mandibulaire ; *at*, surface osseuse constituée par l'angulaire de la mâchoire et la partie postérieure de l'articulaire : *dt*, apophyse de l'os dentaire à laquelle se fixe l'articulo-dentaire *dt'* ; *gh*, génio-hyoïdien ; *mxs*, maxillaire supérieur ; *ssm*, système muqueux sous-mandibulaire. Gross., 3 d.

4. *Gobiesox reticulatus* vu par la face dorsale et dépouillée de sa peau antérieurement. 1, orifice du canal muqueux préoperculaire vertical ; 4, 5, 6, 7, orifices antérieurs (4), préorbitaire (5) et post-orbitaires (6, 7) du système muqueux médian ; *a*, muscle scapulo-frontal ; *gl'*, faisceau B du grand latéral ; *n*, nasal ; *oa*, *op*, orifice antérieur (*oa*) et postérieur (*op*) de l'appareil olfactif ; *p*, pectorale ; *rm*, releveur des mâchoires ; *so*, système muqueux sous-orbitaire ; *v*, rayons de la ventrale. Grandeur naturelle.

5. *Gobiesox reticulatus* vu par la face ventrale. 2, orifice du canal muqueux préoperculaire postérieur ; 3, 8, orifice résultant de la confluence de l'orifice postérieur du système sous-mandibulaire (8) et de l'orifice du canal muqueux préoperculaire antérieur (3) ; 9, 10, orifice médian (9) et antérieur (10) du système sous-mandibulaire ; *b*, bouche ; *cv*, excavation homologue de celle de la ventouse postérieure du Lepadogaster ; *m*, membrane homologue de celle qui prolonge en dehors le cartilage interventousaire du Lepadogaster ; *p*, pectorale ; *p'* rayons inférieurs de

la pectorale venant s'insinuer dans l'intervalle des deux ventouses pour le boucher : *ph*, bande de plaques épidermiques de la région postérieure du disque postérieur ; *ph'*, îlot de plaques représentant avec son symétrique la bande située en avant de la ventouse postérieure du Lepadogaster; *ph''*, plaques épidermiques de la ventrale; *r*, *r'*, *r''*, les trois premiers rayons articulés de la ventrale; *r'''*, base du quatrième rayon articulé; il est dépourvu de plaques et presque complètement caché par le troisième rayon; *s*, sillon homologue de celui qui se trouve chez le *L. Gouanii* entre les deux bandes de plaques de la ventouse postérieure; *sl*, sillons creusés dans les lèvres; *so*, les deux orifices antérieurs du système muqueux sous-orbitaires. Gross., 1,5 d.

Fig. 6. Coupe d'une terminaison nerveuse d'un canal muqueux de jeune *L. Candollii* long de 15mm,5. *c*, hémisphère cérébral; *cc*, cavité cérébrale; *co*, cavité orbitaire; *f*, os frontal; *lm*, lumière du canal muqueux; *tc*, tissu conjonctif sous-cutané; *tn*, terminaison nerveuse munie de petits cils en son centre. Gross., 240 d.

7. Coupe de la portion libre du canal muqueux préoperculaire postérieur du *L. Gouanii* adulte; *cp*, cellules pointues sensitives (?); *d*, derme; *e*, épiderme; *gm*, glandes muqueuses; *lm*, lumière du canal muqueux. Gross., 82,5 d.

8. Préopercule de *L. Gouanii* adulte par la face externe; *a*, *b*, *c*, canaux muqueux vertical (*a*), postérieur (*b*) et antérieur (*c*). Gross., 5 d.

9. Terminaison nerveuse prise dans la peau de la tête du jeune qui a servi pour la préparation dessinée fig. 6. *cp*, cupule ciliée; *d*, derme; *gl*, glande muqueuse; *pp*, papille épidermique; *t*, tissu conjonctif sous-cutané. Gross., 240 d.

PLANCHE XXX.

LEPADOGASTER GOUANII.

Fig. 1, 2, 3, 4. Coupes transversales d'une fossette épidermique de la ligne latérale dorsale passant par le milieu de la terminaison nerveuse (1), à 0mm,04 (2), à 0mm,12 (3) et à 0mm,33 (4) de son centre. *ch*, chromatophores; *cp*, cupule située au sommet de la papille et tapissée de cils; *d*, derme; *e*, épiderme; *gl*, cellule glanduleuse située dans la couche superficielle de l'épiderme; *nl*, branche supérieure du nerf latéral; *pp*, papille nerveuse dans laquelle le nerf se termine; *s*, sillon épidermique; *tc*, tissu conjonctif sous-cutané; *vs*, vaisseau sanguin. Gross., 160 d.

5. Coupe transversale d'une terminaison de la branche supérieure du nerf latéral. Sa forme diffère de celle représentée fig. 1. *gl'*, cellule glanduleuse se colorant fortement par l'éosine; *s*, sillon épidermique. Gross., 160 d.

6. Coupe du bord postérieur de la ventouse postérieure coïncidant à peu près avec le plan de symétrie de l'animal. *c*, épiderme; *cg*, cellules de consistance cartilagineuse; *di*, derme de la face inférieure du bord de la ventouse; *ds*, derme de la face supérieure; *f*, feutrage conjonctif entre

les deux dermes; *fg*, frange du bord de la ventouse; *fg'*, pli de la peau formant une seconde frange en retrait sur la première; *iv*, intervalle entre les plaques hexagonales épidermiques; *pa*, peau de la paroi abdominale; *ph*, plaque hexagonale; *r*, pseudo-rayon de la ventouse postérieure. Gross., 21 d.

FIG. 7. Détail de la coupe précédente. *cl*, cuticule extrêmement épaisse des cellules épidermiques; *d*, derme; *e*, épiderme; *iv*, intervalle entre les plaques hexagonales; *n*, *n'*, *n''*, noyaux des cellules épidermiques disposées en trois couches très distinctes; Gross., 160 d.

8. Une plaque hexagonale isolée, vue par la face appliquée sur le derme. Gross., 100 d.

9. Cellules constituant les plaques hexagonales dissociées par l'acide formique et le chlorure d'or. Gross., 160 d.

10. Détail de la coupe représentée fig. 6. *cg*, cellules de consistance cartilagineuse à gros noyaux; *d*, derme; *e*, épiderme. Gross., 160 d.

11. Détail de la coupe représentée fig. 6. Elle représente l'épiderme qui occupe la face inférieure de la frange de la ventouse. *e*, épiderme; *gl*, cellules glanduleuses colorées en noir par l'hématoxyline; *r*, rayon de la ventouse postérieure. Gross., 160 d.

PLANCHE XXXI.

LEPADOGASTER GOUANII et WILDENOWII.

Lettres communes à plusieurs figures.

cv, cercle veineux de l'hémisphère externe des œufs; *eg*, épithélium germinatif; *h*, hile de l'ovaire; *mv*, vaisseaux méridiens de la membrane propre du follicule; *no*, nids d'œufs très jeunes; *om*, œufs à maturité; *pug*, papille urogénitale; *vo*, veines ovariques.

FIG. 1. *Lepadogaster Wildenowii* ouvert ventralement. *ao*, aorte; *jo*, jeunes œufs de couleur jaune très pâle; *ov*, ovaire droit avec des œufs avancés jaune d'or; *ov'*, ovaire gauche dans lequel on a dessiné les réseaux veineux étoilés situés sur l'hémisphère externe de chaque œuf; *r*, rein droit; *v*, vessie urinaire; *vcd*, veine cardinale droite; *vcg*, veine cardinale gauche. Gross., 3 d.

2. Ovaires de *L. Gouanii* au moment de la ponte, vus par leur face inférieure. *oj*, jeunes œufs du cordon interne représentant l'ovaire futur; on les aperçoit par la fente du hile. Sur chaque œuf mûr se voit le centre déprimé de la base de la coque. Gross., 4 d.

3. Ovaire gauche de *L. Gouanii* au moment de la ponte. Le cordon de jeunes œufs (*oj*) constituant l'ovaire futur (*fo*) se voit par transparence grâce à l'injection du système veineux. Gross., 3 d.

4. Lambeau de l'enveloppe de l'ovaire du *L. Gouanii* avec un vaisseau (*v*). Gross., 156 d.

5. Lambeaux de l'épithélium germinatif du *L. Gouanii* fixé à l'alcool au tiers coloré à l'hématoxyline et éclairci avec la glycérine acétique. *o*, très

jeune œuf prenant naissance par différentiation d'une cellule épithéliale. Gross., 232 d.

Fig. 6. Lambeau d'épithélium germinatif. *po*, trois œufs très jeunes possédant déjà leur vésicule germinative pourvue de nombreuses taches germinatives ; *v*, capillaires veineux de l'épithélium germinatif. Gross., 290 d.

7. Autre lambeau épithélial avec un groupe de huit petits œufs (*L. Gouanii*). *v*, capillaire veineux. Gross., 232 d.

8. Œufs jeunes avec le réseau veineux de la membrane propre du follicule (*L. Gouanii*). *po*, très petits œufs ; *vs*, veine superficielle dans laquelle se rassemble le sang des œufs. Gross., 21 d.

9, 10. Petit œuf vu par sa face externe (9) et par sa face interne (10) pour faire voir le réseau veineux de la membrane propre du follicule (*L. Gouanii*). Gross., 21 d.

11. Œuf sur lequel viennent se fixer les tractus lamelleux qui le mettent en rapport avec le stroma de l'ovaire (*L. Gouanii*). *o*, œuf avec sa vésicule germinative et ses nombreuses taches germinatives; *t*, *t'*, tractus lamelleux renfermant de nombreux noyaux et s'étendant depuis le stroma de l'ovaire jusqu'aux œufs; *v*, vaisseaux parcourant les tractus. Gross., 82,5 d.

12. Petit vaisseau de l'ovaire (*v*) en rapport avec un réseau considérable de tractus (*t*) (*L. Gouanii*). Gross., 82,5 d.

13. Membrane propre du follicule détachée et comprimée (*mpf*); *pl*, plis de la membrane (*L. Gouanii*). Gross., 33 d.

14. Portion plus grossie de la même pour montrer qu'elle renferme de nombreux petits noyaux (*L. Gouanii*). Gross., 82,5 d.

PLANCHE XXXII.

LEPADOGASTER GOUANII, CANDOLLII et BIMACULATUS.

Lettres communes à plusieurs figures.

af, appareil fixateur de l'œuf ; *c*, coque ; *cq*, dépression centrale de la base de la coque; *eg*, épithélium germinatif; *eo*, enveloppe de l'ovaire ; *jo*, jeune ovaire contenu dans l'ovaire de l'animal prêt à pondre; une fois les œufs périphériques expulsés, il devient l'ovaire et reste au repos pendant plusieurs mois; *l*, lames émises par l'enveloppe, en continuité de substance avec le stroma et avec l'épithélium de l'ovaire; *mo*, mésoarium, en continuité de substance avec l'enveloppe de l'ovaire; *mpf*, membrane propre du follicule.

Fig. 1. Ovaire de *L. Gouanii* à complète maturité, ouvert longitudinalement suivant le méridien opposé à celui que détermine le hile. *jo*, ovaire futur en rapport avec les lames de l'enveloppe invisibles ici et libre de toute adhérence avec les œufs périphériques mûrs (*cp*).

Cet ovaire renfermait une couche interne d'œufs mûrs. Gross., 4,5 d.

2. Extrémité de la couche périphérique des œufs mûrs, coupée sur une couche extraite de l'ovaire et développée à plat. Elle n'a pas été sectionnée en long, on a profité de la fente qui la parcourt à l'endroit du

hile. Cette couche, vue par la face externe, laisse voir la forme polygonale que prennent les œufs par pression réciproque et la dépression qui marque le centre de leur base (*L. Gouanii*).

a, ligne suivant laquelle on a détaché l'extrémité de la couche d'œufs mûrs ; *b*, *b*, bords libres de la même couche, en rapport avec le hile et s'engrenant l'un dans l'autre de manière à presser entre eux les deux lames de l'enveloppe; *c*, un œuf sur lequel on a dessiné l'appareil fixateur. Gross., 11 d.

Fig. 3. Coupe transversale d'un ovaire mûr de *Lepadogaster Gouanii*. *eo*, enveloppe de l'ovaire; *op*, œufs périphériques à maturité; *op'*, seconde couche d'œufs périphériques mûrs. Gross, 13 d.

4. Coupe transversale de l'ovaire jeune inclus dans l'ovaire à maturité. L'enveloppe de l'ovaire a été enlevée; on n'a laissé que sa partie la plus voisine du hile.

f, *f*, filaments qui reliaient encore l'ovaire jeune axial aux œufs mûrs périphériques; *o*, œuf déjà assez avancé dans son développement, on voit le vaisseau circulaire de la face externe et l'amorce d'un vaisseau méridien ; *v*, capillaire veineux parcourant les tractus du stroma; *vo*, veine ovarique contenue dans l'épaisseur de l'enveloppe ; *vo'*, veines rampant à la surface de l'épithélium germinatif ; *t*, *t*, tractus du stroma. Gross., 82,5 d.

5. Coupe transversale d'un ovaire de *L. Gouanii*. On n'a dessiné que la partie du bord de la glande où se trouvent le mésoarium et le hile.

eo, enveloppe de l'ovaire ; *vmo*, veine ovarique rampant dans l'épaisseur du mésoarium; *vo*, la même veine rampant dans l'épaisseur de l'enveloppe et pénétrant dans la glande par le hile. Gross., 82,5 d.

6. Coupe transversale du même ovaire. On n'a dessiné que la partie du bord de la glande où se trouvent le mésoarium et le hile; *mo*, mésoarium. La coupe passe entre deux veines ovariques. Gross., 82,5 d.

7. Œuf jeune pris dans un ovaire inclus dans une glande à maturité (*L. Gouanii*). *a*, appareil fixateur. *c*, membrane vitelline qui deviendra la coque; *cv*, vaisseau circulaire de la face externe de l'œuf contenu dans la membrane propre du follicule ; *eg*, épithélium germinatif; *f*, follicule ; *me*, la membrane tronconique reliant la membrane propre du follicule à l'épithélium germinatif ; *vi*, vitellus ; *vg*, vésicule germinative ; *zr*, zona radiata. Gross,, 82,5 d.

8, 10. Coupes normales à la surface d'un œuf de *L. Candollii* intéressant le pôle externe (8) et le pôle interne (10). *f*, noyaux des cellules du follicule ; ils sont très aplatis au pôle interne et sphériques au pôle externe; *fa*, filaments de l'appareil fixateur. Gross., 290 d.

9. Appareil fixateur d'un œuf de *L. Candollii* pris dans une coupe tangente à l'ovaire. *f*, noyaux des cellules du follicule situés dans les mailles des faisceaux de filaments sinueux. Gross., 290 d.

11. Coupe de la base de la coque de l'œuf de *L. bimaculatus* passant par le centre de sa dépression. Gross., 290 d.

PLANCHE XXXIII.

LEPADOGASTER GOUANII et BIMACULATUS.

Lettres communes à plusieurs figures.

mi, mandibule inférieure ; *oc*, rudiment oculaire ; *ol*, fossette olfactive ; *ot*, rudiment de l'oreille.

FIG. 1. Testicules de *L. bimaculatus*. Celui de droite (*d*) est vu par sa face latérale interne et celui de gauche (*g*) par sa face latérale externe ; *c*, canal excréteur gonflé de sperme ; *pt*, papille uro-géniugale. Gross., 10 d.

2. OEuf de *L. Gouanii* au deuxième jour (environ vingt-quatre heures après la fécondation). On n'a pas représenté la frange de l'appareil fixateur. Gross., 21 d.

3. OEuf au deuxième jour (sept heures plus tard que celui de la figure 2). Gross., 21 d.

4. OEuf au troisième jour (quatorze heures plus tard que celui de la figure 3). *re*, rudiment embryonnaire. Gross., 21 d.

5. OEuf au troisième jour (dix heures plus tard que celui de la figure 4). Gross., 21 d.

6. OEuf au quatrième jour (quinze heures plus tard que celui de la figure 5). *s*, somites ; *vk*, vésicule de Kupffer. Gross., 21 d.

7. Partie antérieure du rudiment embryonnaire de l'œuf précédent. Gross., 41 d.

8. OEuf au cinquième jour (vingt-quatre heures plus tard que celui de la figure 6). *c*, corde dorsale. Gross., 21 d.

9. OEuf au sixième jour. Gross., 21 d.

10. OEuf au septième jour. Gross., 21 d.

11. OEuf au neuvième jour. Gross., 21 d.

12. OEuf au onzième jour. Gross., 21 d.

13. Partie supérieure et antérieure de la tête d'un embryon de *L. Gouanii* au huitième jour. *c*, cercle à simple contour correspondant à la partie postérieure de l'invagination de la couche corticale de l'encéphale dans le cerveau moyen (voir pl. XXVII, fig. 12-13, même lettre) ; *cp*, cupule située en avant de l'invagination *c* et vue perpendiculairement à son axe de symétrie ; *v*, vaisseau. Gross., 82,5 d.

14. Mêmes parties dessinées sur un embryon de dix jours. La cupule (*cp*), au lieu d'être vue normalement à son axe a celui-ci orienté dans le sens du rayon visuel et se présente comme un cercle à double contour. La flèche est dirigée d'arrière en avant. Mêmes lettres que dans la figure précédente. Gross., 100 d.

15. Partie supérieure d'un embryon de *L. Gouanii* dans la région interauriculaire. Le cercle blanc entouré de gris et inscrit dans le quadrilatère curviligne (*q*) est la dépression qui se trouve entre les lobes optiques et le rudiment du cervelet (pl. XXXVII, fig. 8-12, *cvl*).

ot, bord interne de l'oreille droite ; *ot'*, même bord de l'oreille gauche ;

pc, paroi du corps au niveau de la racine des pectorales; *q*, *q*, côtés du quadrilatère curviligne qui entoure la dépression nerveuse *v*, vaisseau. Gross., 82,5 d.

PLANCHE XXXIV.

LEPADOGASTER CANDOLLII et BIMACULATUS.

Lettres communes à plusieurs figures.

c, cœur; *f*, foie ; *oc*, rudiment oculaire; *vk*, vésicule de Kupffer.

FIG. 1. Base de la coque du *L. bimaculatus* vu par sa face externe. *bc*, frange formée par les filaments fixateurs ; *bd*, une partie du bord sur laquelle on a arraché ces filaments; *dc*, dépression centrale; *if*, points d'insertion des filaments fixateurs. Gross.. 35 d.

2. Région centrale de la base de la coque (*L. bimaculatus*). *ff*, filaments fixateurs bifurqués qui rayonnent autour de la dépression centrale (*dc*). Gross., 500 d. environ.

3. Dépression centrale de la base de la coque (*L. bimaculatus*) ; *if*, insertions des filaments fixateurs les plus centraux. Gross., 700 d. environ.

4. OEuf de *L. bimaculatus* avec le commencement des taches pigmentaires (*ch*); *re*, rudiment embryonnaire. Gross., 41 d.

5. OEuf de *L. bimaculatus* avec la vésicule de Kupffer (*vk*) ; *pa*, partie antérieure de la tache pigmentaire qui va se détacher de la postérieure ; *pp*, partie postérieure de la même tache avec l'indication des futurs chromatophores. Gross., 41 d.

6. OEuf de *L. bimaculatus* avec les taches pigmentaires séparées. *pa*, partie antérieure de la tache pigmentaire ; *pp*, partie postérieure de la même s'étalant sur la vésicule ombilicale et sur la queue (*q*). Gross., 41 d.

7. OEuf de *L. bimaculatus* avec quatre taches réunies en une seule. *pa*, parties antérieures de la tache unique ; *pp*, sa partie postérieure. Gross., 41 d.

8. OEuf de *L. bimaculatus* avec les chromatophores isolés. *i*, intestin ; *q*, queue. Gross., 41 d.

9, 10, 11. OEufs de *L. Candollii* avec deux taches dorsales de chromatophores (*ch*) ; *vk*, vésicule de Kupffer. Gross., 21 d.

12. OEuf de *L. Candollii* dont les taches pigmentaires commencent à se résoudre en chromatophores (*ch*) ; *ch'*, chromatophores blanc jaunâtre opaque. Gross., 21 d.

13, 14. OEufs de *L. Candollii* dont les chromatophores noirs sont complètement isolés les uns des autres. *ch'*, chromatophores opaques. Gross., 21 d.

15. Embryon de *L. Candollii* éclos. *ch*, *ch'*, *ch''*, chromatophores noirs du sommet de la tête (*ch*), de la région intestinale (*ch'*) et des parois latérales du corps (*ch''*) ; *cp*, tige fibreuse du squelette primitif de la pectorale ; *ot*, oreille ; *vf*, vésicule du fiel; *vn*, veine natatoire. Gross., 21 d.

PLANCHE XXXV.

LEPADOGASTER GOUANII et BIMACULATUS.

Lettres communes à plusieurs figures.

ba, bulbe artériel; *br*, branchies; *ch*, corde dorsale; *cn*, chromatophores noirs; *cr*, chromatophores rouges; *es*, estomac; *f*, foie; *o*, oreillette; *œs*, œsophage; *ol*, fossette olfactive; *ot*, oreille; *p*, pectorale; *r*, rectum; *sp*, partie fibreuse du squelette primitif de la ceinture scapulaire; *v*, ventrale; *vf*, vésicule du fiel; *vg*, vésicule graisseuse; *vl*, ventricule du cœur; *vo*, vésicule ombilicale.

FIG. 1, 2, 3. Embryon de *L. Gouanii* âgé d'environ vingt jours vu par le côté dorsal (1), ventral (2) et latéral (3). *cj*, chromatophores jaunes; *op*, opercule. Gross., 23 d.

4, 5. Embryon de *L. Gouanii* âgé d'environ quinze jours vu par la face ventrale (4) et par la face latérale droite (5). *g*, gouttière de chromatophores noirs situés au-dessus de la veine natatoire (*vn*) et se plongeant assez loin derrière elle; *ms*, muscle sterno-hyoïdien; *p*, pancréas; *v*, ventrales naissantes; elles affectent la forme d'arcs surbaissés, allongés, peu saillants; *vn*, vessie natatoire. Gross., 41 d.

6. Embryon de *L. Gouanii* âgé d'environ vingt jours vu en dessous. *cc*, canal de Cuvier; *cp*, cartilage de la pectorale; *ms*, muscle sterno-hyoïdien; *sp*, les deux extrémités inférieures de la partie fibreuse du squelette primitif de la ceinture scapulaire qui se touchent dans la région sous-ventriculaire; *v*, ventrale, très développée, rétrécie en avant, élargie en arrière, avec un double contour correspondant à l'épiderme et de petits cercles qui sont les glandes muqueuses unicellulaires de la peau. Gross., 53 d.

7. Dessus de la tête d'un embryon de *L. Gouanii* âgé d'environ vingt jours pour montrer : *cl*, le cercle correspondant à l'invagination de la couche corticale du cerveau dans le thalamencéphale, et *cp*, la cupule correspondante à l'infundibulum compris entre les lobes optiques et le rudiment cérébelleux. La position de l'embryon est telle que les deux organes se projettent l'un sur l'autre. Gross., 82,5 d.

8. Embryon de *L. bimaculatus* éclos, au même stade que celui de *L. Gouanii* (fig. 1, 2, 3). *vn*, vessie natatoire gonflée de gaz. Gross., 21 d.

9. Grandeur réelle de l'embryon représenté fig. 1, 2, 3.

PLANCHE XXXVI.

(Toutes les figures de cette planche se rapportent à des embryons de *L. Gouanii* de même âge que celui représenté pl. XXXV, fig. 1, 2, 3.)

Lettres communes à plusieurs figures.

ac, appendice du cartilage de la pectorale; *ch*, corde dorsale; *cp*, cartilage de la pectorale; *es*, estomac; *f*, foie; *m*, moelle épinière; *œs*, œsophage;

p, pancréas; *pt*, pectorale; *sp*, partie fibreuse du squelette primitif de la ceinture scapulaire; *v*, ventrales; *vn*, vessie natatoire; *vo*, vésicule ombilicale.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Coupes transversales successives d'un même embryon.

8. Coupe de la corde dorsale (*ch*), de la vessie natatoire (*vn*) et de l'estomac d'un embryon. *g*, gouttière de chromatophores noirs située en dessus de la vessie natatoire. Gross., 195 d.

9, 10, 11, 12, 13, 14. Coupes transversales successives du squelette primitif de la ceinture scapulaire d'un embryon; les numéros des coupes correspondent aux numéros que porte la figure 15 qui représente la reconstitution du squelette de la pectorale d'après les coupes dessinées ici; *p*, peau; *t*, trou du cartilage de la pectorale. Gross., 195 d.

15. Représentation du squelette primitif de la ceinture scapulaire reconstitué d'après les trente-cinq coupes transversales, parallèles à un centième de millimètre, dans lesquelles il est contenu, et dont six sont représentées fig. 9 à 14; ces mêmes coupes sont indiquées par six traits marqués 9, 10, 11, 12, 13, 14. *ac*, appendice qu'émet en arrière et en bas la portion cartilagineuse (*cp*); *sp*, partie fibreuse réfringente visible sur le vivant; *t*, trou du cartilage. Gross., 100 d.

16. Coupe de la paroi de l'œsophage; *epi*, épithélium; *vo*, vésicule ombilicale. Gross., 195 d.

17. Cellules glandulaires de la peau du dos d'un embryon. Gross., 65 d.

18. Coupe de la peau du dos d'un embryon, fixé à l'acide osmique pour montrer qu'en ce point celle-ci est uniquement composée de glandes muqueuses unicellulaires. Gross., 195 d.

PLANCHE XXXVII.

LEPADOGASTER CANDOLLII ET GOUANII.

Lettres communes à plusieurs figures.

cap, cartilage de la pectorale; *cb*, cartilages branchiaux; *ch*, corde dorsale; *co*, cœur; *cv*, cartilage de la ventrale; *cvl*, cervelet; *f*, foie; *hc*, hémisphère cérébral; *lo*, lobe optique; *m*, moelle épinière; *qb*, cavité branchiale; *rv*, rayons de la ventrale; *th*, thalamencéphale; *v*, vitellus.

Fig. 1, 2, 3, 4. Coupes successives faites dans un jeune *L. Candollii* long de 9mm,5. *ab*, abaisseur des rayons de la ventrale; *ac*, appendice du cartilage interventousaire; *ai*, arête inférieure de l'os de la ventrale; *as*, arête supérieure du même; *com*, cartilage occipito-mastoïdien; *cop*, coracoïdien postérieur; *cpb*, cavité péri-branchiale; *cvo*, cartilage de la vertèbre occipitale; *f*, foie; *gl*, grand latéral du tronc (faisceau A); *h*, huméral; *pp*, partie antérieure de la petite pectorale (cette coupe n'intéresse pas son os); *r*, rein; *rp*, releveur profond de la ventrale; *rs*, releveur superficiel; *sf*, muscle scapulo-frontal; *sh*, muscle sterno-hyoïdien; *ss*, os surscapulaire; *vt*, nageoire ventrale soudée sur la face latérale de

la pectorale; *z*, muscle reliant l'os de la ventrale au coracoïdien postérieur. Gross., 41 d.

FIG. 5. Cartilage de la ventrale pris dans la coupe de la figure 2. Gross., 240 d.

6. Cartilage du squelette branchial. Gross., 240 d.

7. Coupe transversale d'un embryon de *L. Gouanii* âgé de huit jours. *cc*, canal faisant communiquer la vessie natatoire avec l'intestin; *hb*, hypoblaste; *is*, intestin; *mb*, mésoblaste; *vn*, vessie natatoire. Gross., 100 d.

8. Coupe longitudinale d'un embryon de *L. Gouanii* âgé de huit jours. *i*, intestin stomacal; *vn*, vessie natatoire; *vli*, ventricule des lobes inférieurs. Gross., 53 d.

9. Coupe longitudinale d'un embryon de *L. Gouanii* âgé de sept jours. *c*, commencement de l'invagination de la couche corticale de l'encéphale dans le cerveau moyen; *cd*, cavité digestive. Gross., 53 d.

10. Portion de la coupe ci-dessus plus grossie. *c*. comme dans la figure 9. Gross., 100 d.

11. Coupe parallèle à la précédente à $0^{mm},03$ en dehors du plan de symétrie. Gross., 100 d.

12. Coupe longitudinale d'un embryon de *L. Gouanii* âgé de huit jours. *c*, invagination de la couche superficielle de l'encéphale dans le thalamencéphale (*th*); 3, troisième ventricule. Gross., 53 d.

13. Portion de la coupe ci-dessus plus grossie. *c*, invagination qui donne naissance au cercle simple, représenté dans les trois figures que je cite ci-dessous; *cp*, cupule qui donne naissance, au cercle à double contour représenté pl. XXXIII, fig. 13, 14 et pl. XXXV, fig. 7 (même lettre); 3, troisième ventricule. Gross., 100 d.

14. Coupe parallèle à la précédente à $0^{mm},10$ en dehors du plan de symétrie de l'embryon. Gross., 100 d.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

2e SÉRIE. TOME VI

Abeilles (voir *Planta*).
Aden (voir *Faurot*).
Ammocète (voir *Julin*).
Amphioxus (voir *Lacaze-Duthiers*).
Anatomie humaine (voir *Gegenbaur*).
Anthozoaires (voir *Viguier*).
Ascidies simples (voir *Chabry*).
Balanoglossus (voir *Schimkewitsch*).
Bela Haller (voir *Boutan*).
Bemmelen (G.-F. van). Contribution à la connaissance de la région cervicale des Reptiles. N. et R., p. xxix.
Id. Sur les fentes branchiales et leurs rudiments chez les Lézards. N. et R., p. xxix.
Boutan (Louis). Contribution à l'étude de la masse nerveuse ventrale (cordons palléo-viscéraux) et de la collerette de la Fissurelle, p. 375.
Bryozoaires (voir *Joyeux-Laffuie*).
Chabry (*L.*). Contribution à l'embryologie normale et pathologique des Ascidies. N. et R., p. i.
Chitonides (voir *Garnault*).
Cuénot (*L.*). Etudes anatomiques et morphologiques sur les Ophiures, p. 33.
Delagia (voir *Joyeux-Laffuie*).
Delagia (voir *Ehlers*).
Echinodermes (voir *Semon*).
Ehlers (*E.*). Note sur Delagia Chetopteri. N. et R., p. xlv.
Eledone (voir *Joubin*).
Embryologie normale et pathologique (voir *Chabry*).
Embryon humain (voir *Phisalix*).
Eponges (voir *Topsent*).
Fabre-Domergue. Recherches anatomiques et physiologiques sur les Infusoires ciliés. N. et R., p. vii.
Fascicularia (voir *Viguier*).
Faurot (*L.*). Rapport à M. le ministre de l'instruction publique sur une mission dans la mer Rouge (île de Kamaran) et dans le golfe d'Aden (Aden et golfe de Tadjoura), p. 117.
Faurot (*L.*). Observations sur les récifs de Polypiers, p. 123.
Fissurelle (voir *Boutan*).
Garnault (*Paul*). Recherches sur la structure et le développement de l'œuf et de son follicule chez les Chitonides, p. 83.
Gegenbaur. Traité d'anatomie humaine. N. et R., p. xxiv.
Guitel (*Fr.*). Recherches sur les Lepadogasters, p. 423.
Hérédité (le principe de l') (voir *Khawkine*).
Hydraires (voir *Korotneff*).
Hypophorella expansa (voir *Ehlers*).
Infusoires ciliés (voir *Fabre-Domergue*).
Infusoires ciliés (voir *Maupas*).
Joubin (*Louis*). Sur la ponte de l'Eledone et de la Seiche, p. 155.
Joyeux-Laffuie (*G.*). Description du Delagia Chetopteri, type d'un nouveau genre de Bryozoaires, p. 135.
Joyeux-Laffuie (*G.*). N. et R., p. xlv.
Julin (*Ch.*). Le système nerveux, grand sympathique de l'Ammocète. N. et R., p. xlvi.
Kamaran (voir *Faurot*).
Khawkine (*Mardochée-Woldemar*). Le principe de l'hérédité et les lois de la mécanique en application à la mor-

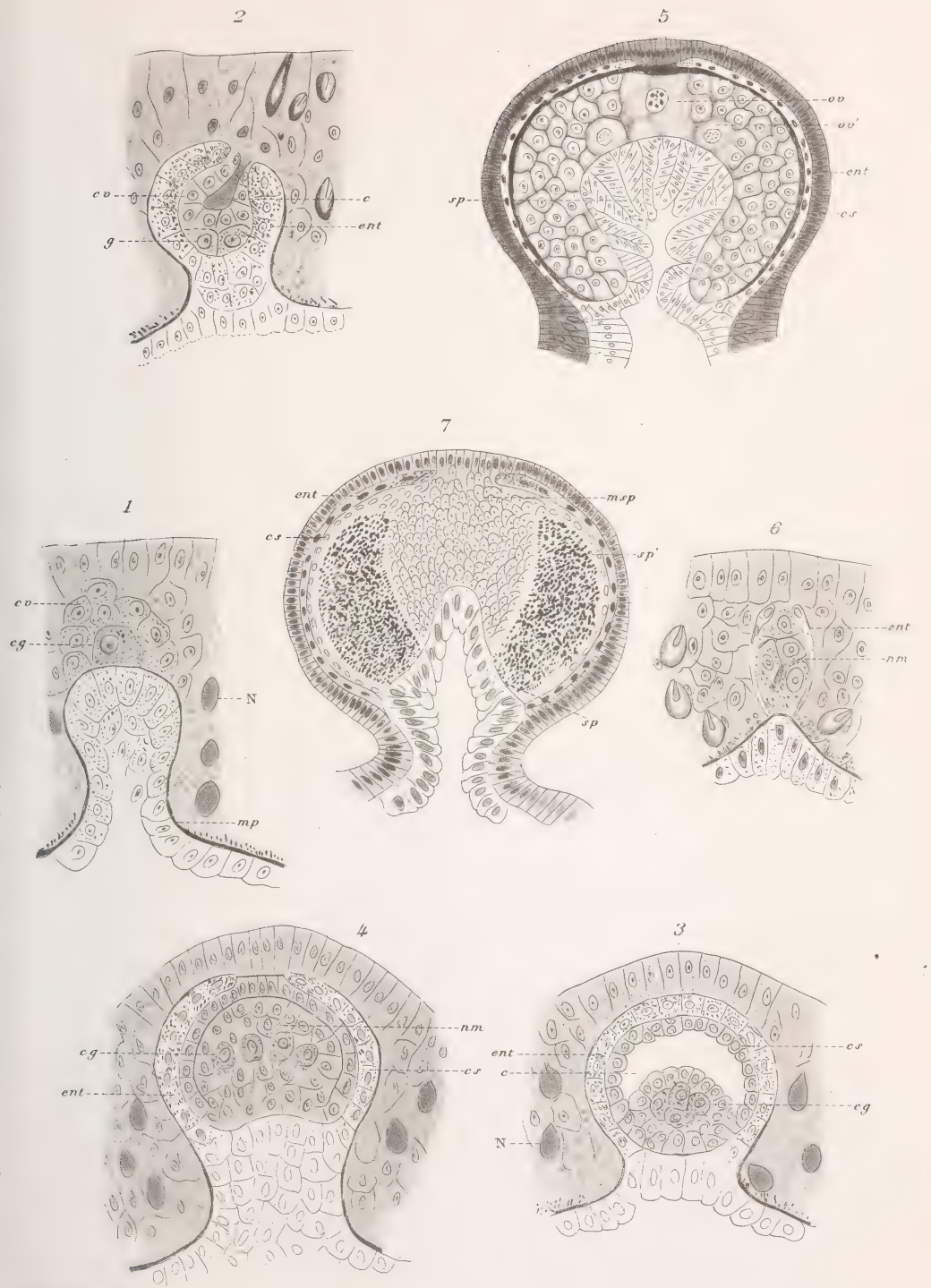
phologie de cellules solitaires, p. 1.
Korotneff (*Alexis de*). Contribution à l'étude des Hydraires, p. 21.
Lacaze-Duthiers (*H. de*) (voir *Viguier*).
Lacaze-Duthiers (*H. de*). Vitalité des tissus chez l'Amphioxus. N. et R., p. XLIII.
Lacaze-Duthiers (*H. de*) (voir *Delagia*).
Lepadogasters (voir *Guitel*).
Lézards (voir *van Bemmelen*).
Maupas (*E.*). Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires ciliés, p. 165.
Mer Rouge (voir *Faurot*).
Myriothela (voir *Korotneff*).
Ophiures (voir *Cuénot*).
Paramacium aurelia (voir *Khawkine*).
Petromyzon Planeri (voir *Julin*).
Phisalix (*C.*). Étude d'un embryon humain de 10 millimètres, p 279.
Planta (*Adolf von*). Sur la pâtée nutritive des Abeilles. N. et R., p. XIII.
Polypiers (observation sur les récifs de) (voir *Faurot*).
Prix proposé pour la découverte de la nature du poison qui se développe dans les Poissons. N. et R., p. XLVII.
Reptiles (voir *van Bemmelen*).
Roule (*Louis*). Procédé pour tuer à l'état d'extension les animaux contractiles. N. et R., p. V.
Schimkewitsch (*Wladimir*). Sur le Balanoglossus Mereskowskii. N. et R., p. XXIII.
Seiche (voir *Joubin*).
Seiche (développement) (voir *Vialeton*).
Semon (*Richard*). Développement de Synapta digitata et phylogénie des Echinodermes. N. et R., p. XVII.
Synapta (voir *Semon*).
Tadjoura (voir *Faurot*).
Topsent (*Emile*). Notes spongologiques. N. et R., p. XXXIII.
Vialeton. Recherches sur les premières phases du développement de la Seiche. N. et R., p. IX.
Viguier (*Camille*). Etudes sur les animaux inférieurs de la baie d'Alger. III. Un nouveau type d'Anthozoaire (Fascicularia Edwardsii), p. 351.

TABLE DES PLANCHES

2e SÉRIE. TOME VI

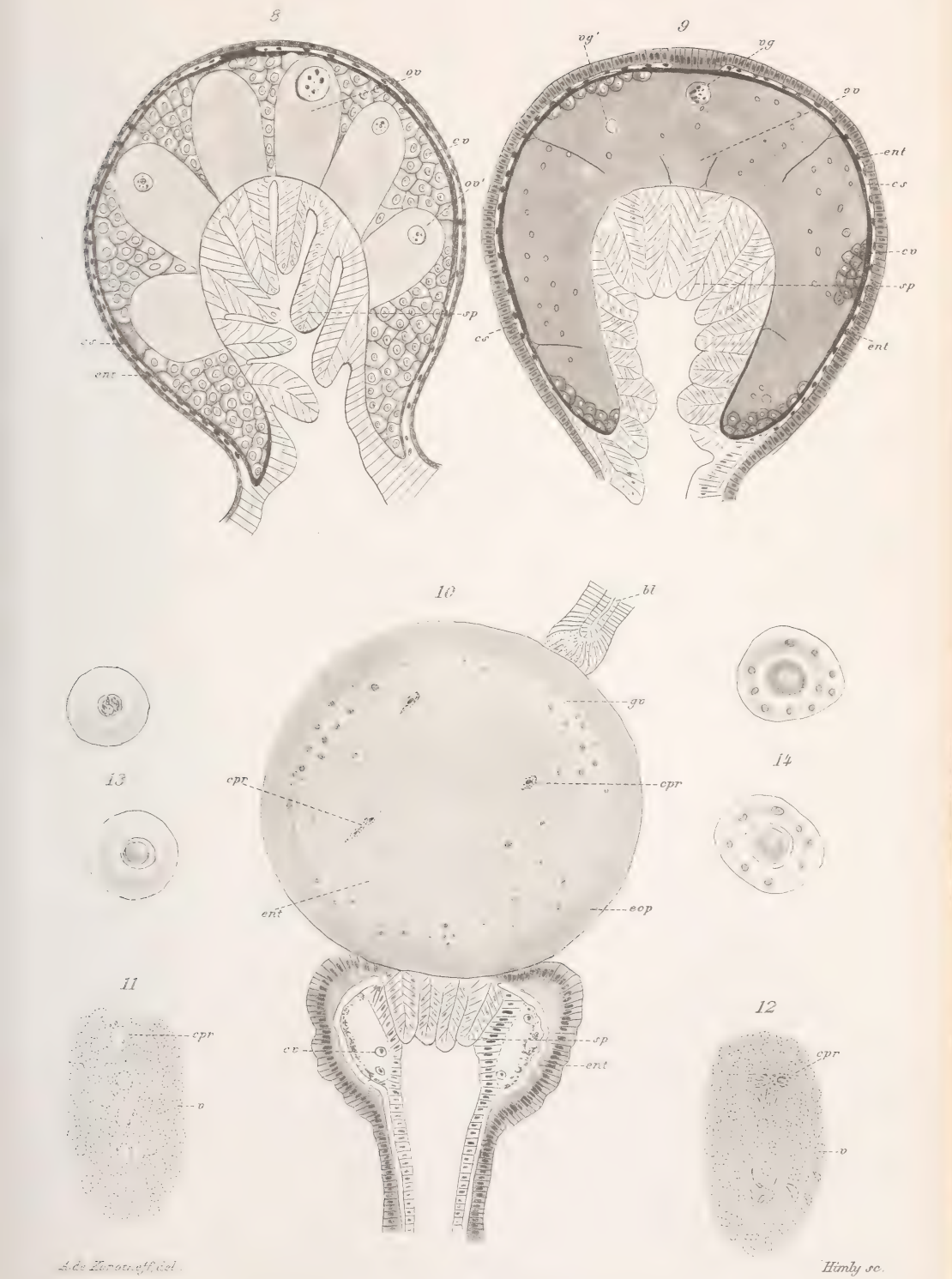
I Hydraire (œuf). — Korotneff (de).
II. id. id.
III à V. Ophiures (anatomie). — Cuénot.
VI et VII. Ovogenèse des Chitonides. — Garnault.
VIII. *Delagia Chetopteri.* — Joyeux-Laffuie.
IX. *Stylonichies* (dégénérescence sénile). — Maupas.
X. *Onychonomus grandis* (dégénérescence sénile). — Maupas.
XI. *Oxytricha* (dégénérescence sénile). — Maupas.
XII. *Leucophys patula.* — Maupas.
XIII à XVIII. Embryon humain. — Phisalix.
XIX et XX. *Fascicularia Edwardsii.* — Viguier.
XXI à XXIII. Fissurelle rimuliforme. — Boutan.
XXIV à XXXVII. Lepadogasters. — Guitel.

PARIS. — TYPOGRAPHIE A. HENNUYER, RUE DARCET, 7.

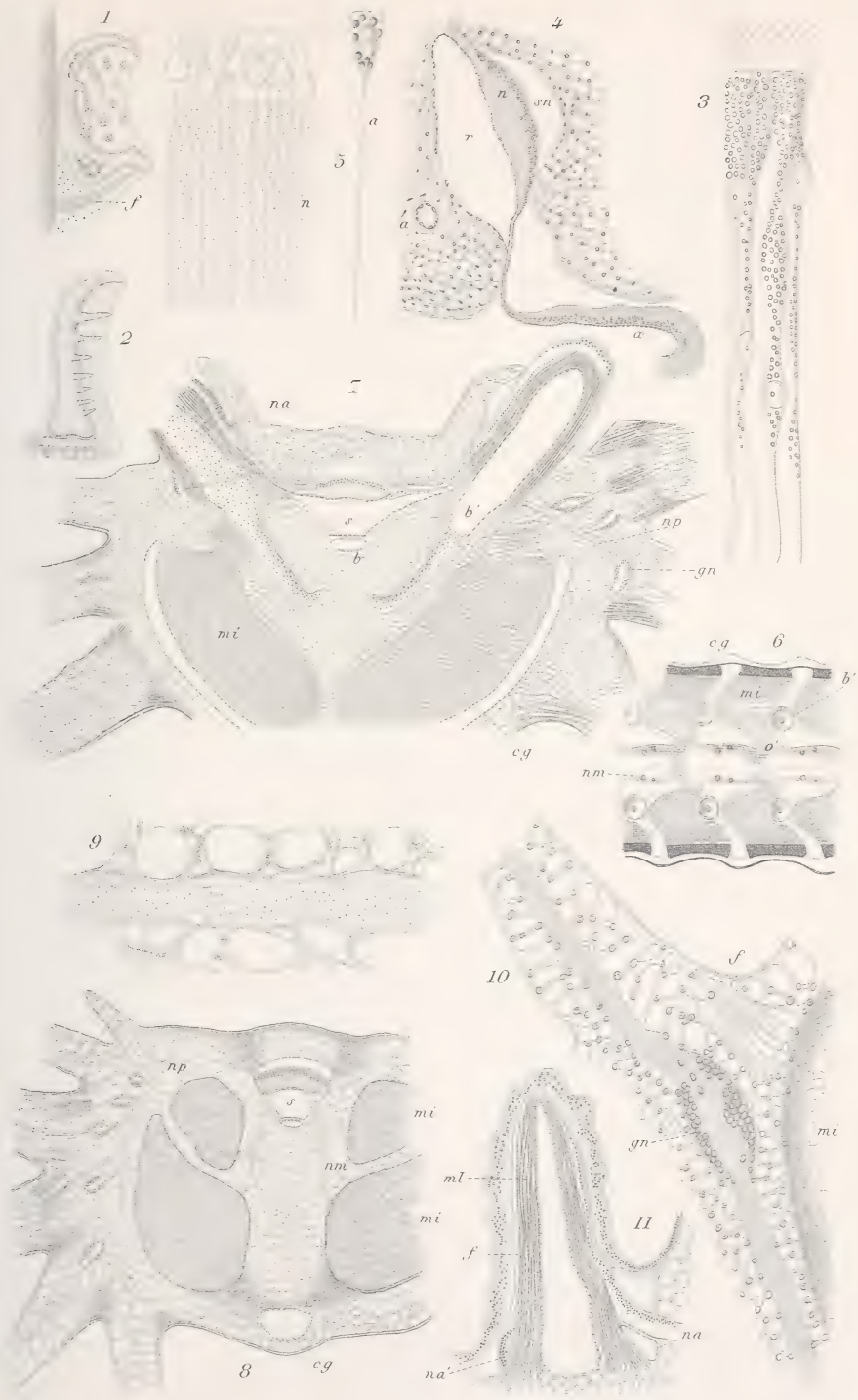


A de Korotneff del. Himly sc.

HYDRAIRES (œuf.)



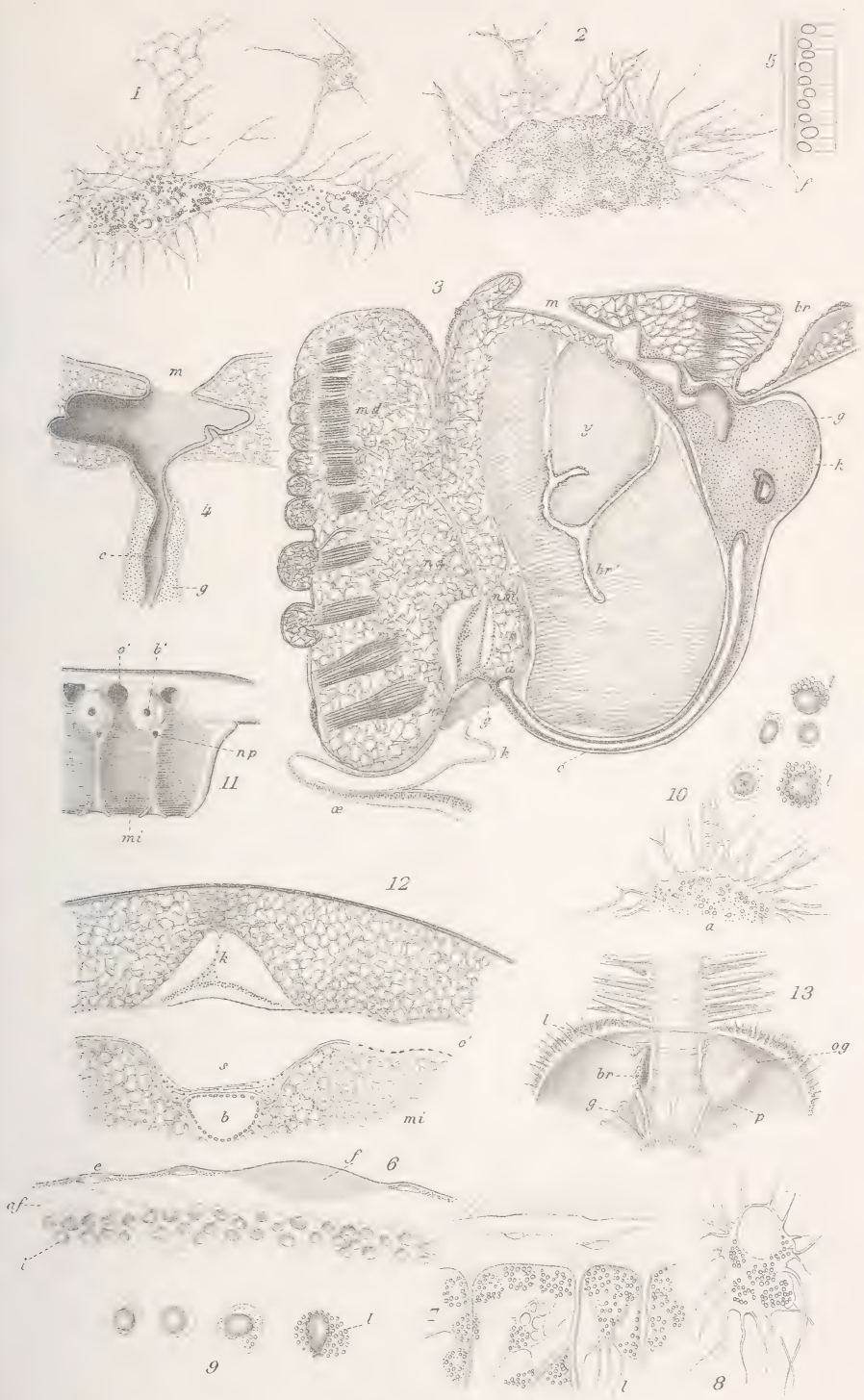
HYDRAIRES (œuf.)



L. Cuénot del.

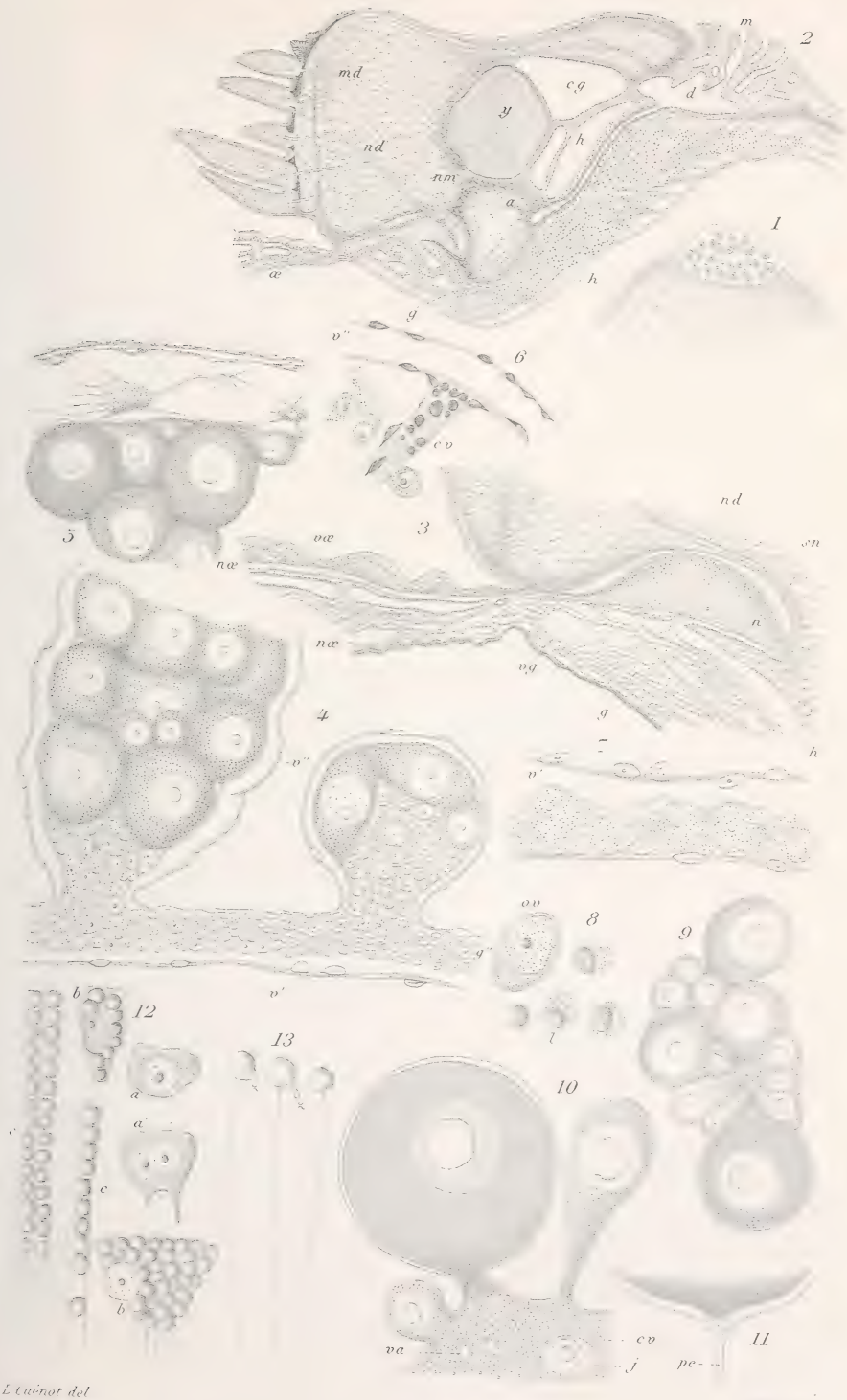
Vélard sc.

OPHIURES (Anatomie)

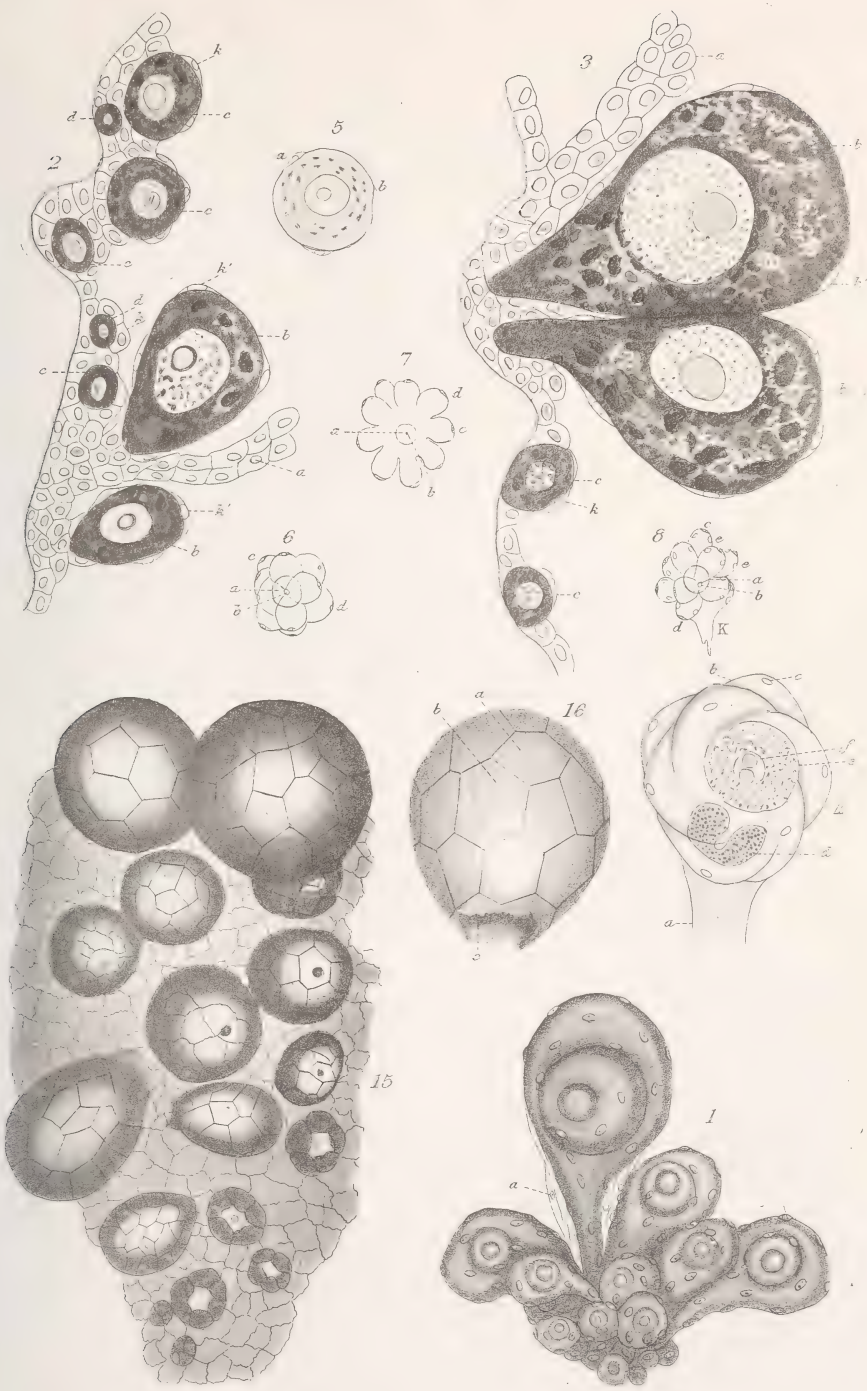


L. Cuénot del. Vélard sc.

OPHIURES (Anatomie.)



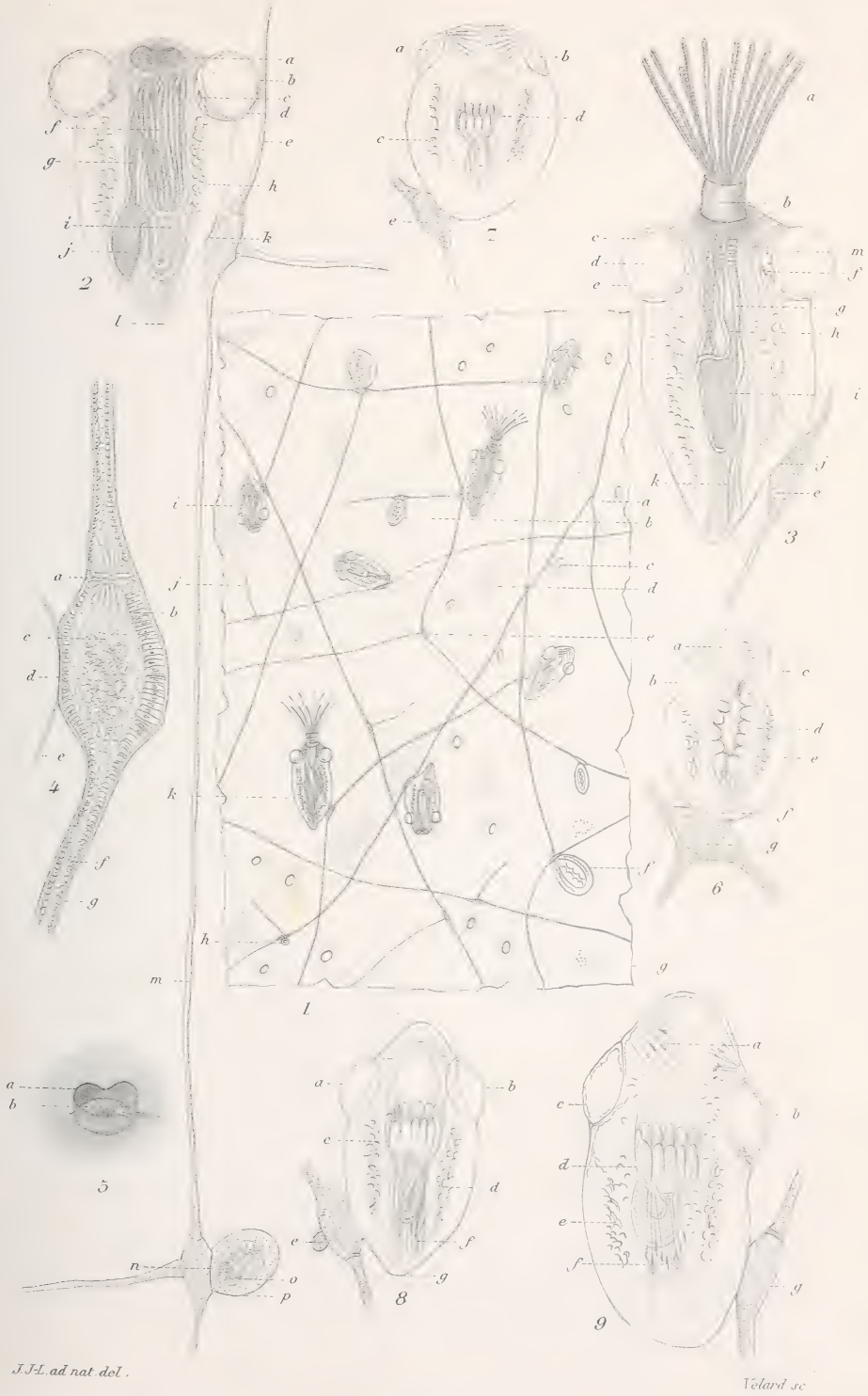
OPHIURES (Anatomie)



Garnault del. Himly sc.

OVOGENESE DES CHITONIDES.

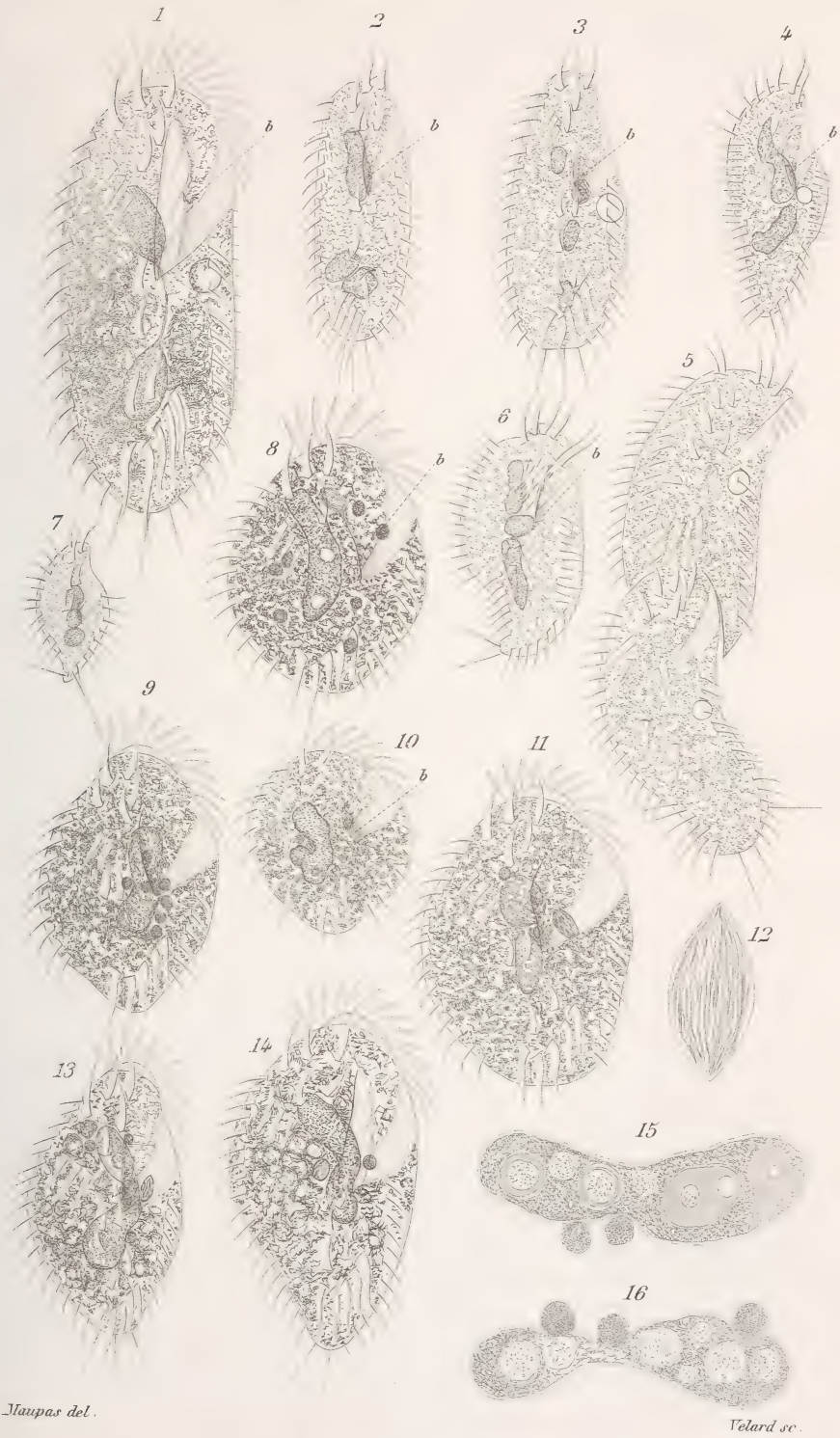
OVOGENESE DES CHITONIDES.



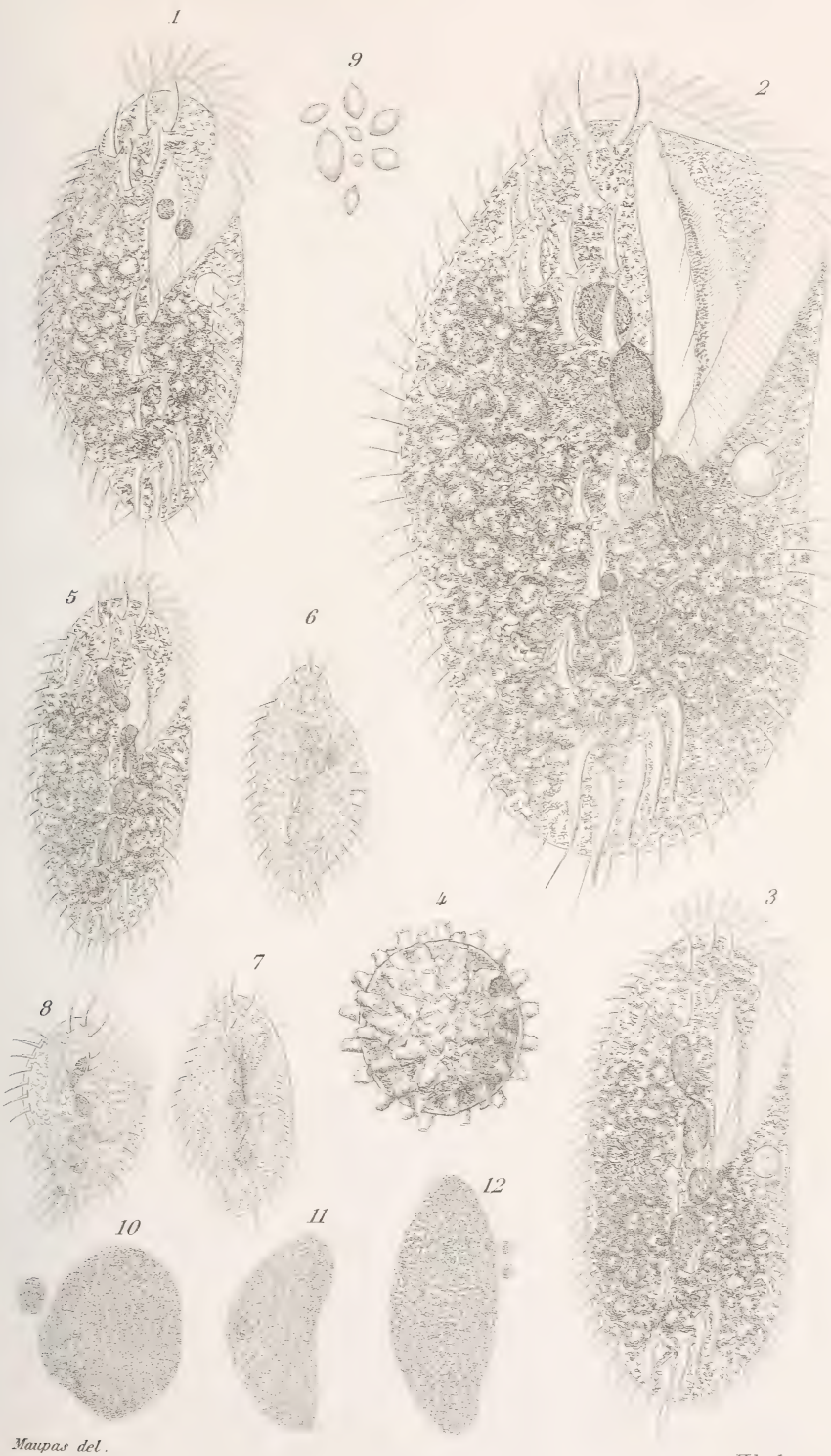
J.J.L. ad nat. del.

Vélard sc

DELAGIA CHŒTOPTERI J.J.L.



STYLONICHIES (dégenérescence sénile).



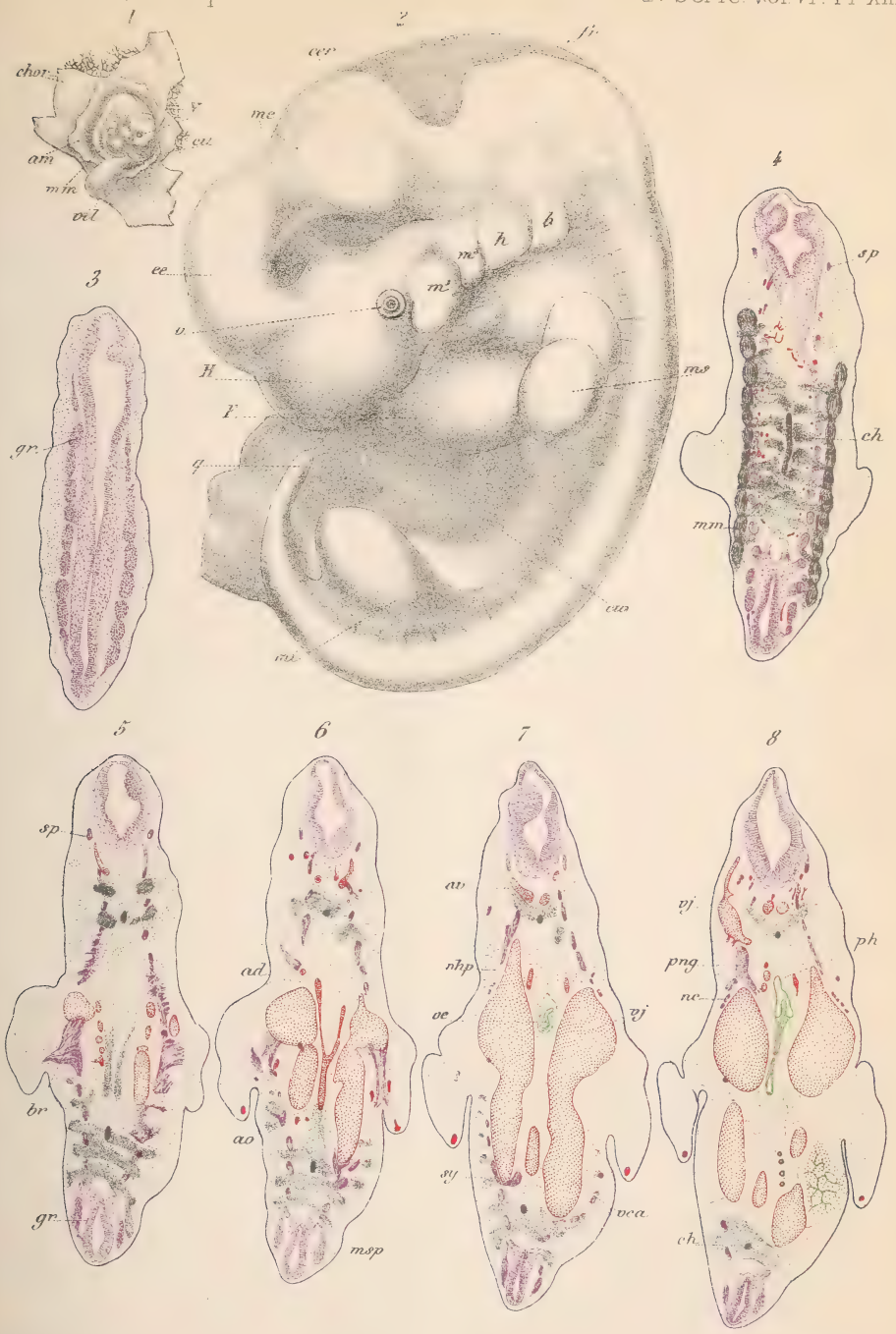
Maupas del. Velard sc.

ONYCHODROMUS GRANDIS. (dégénérescence sénile).

Maupas del. Velard sc.

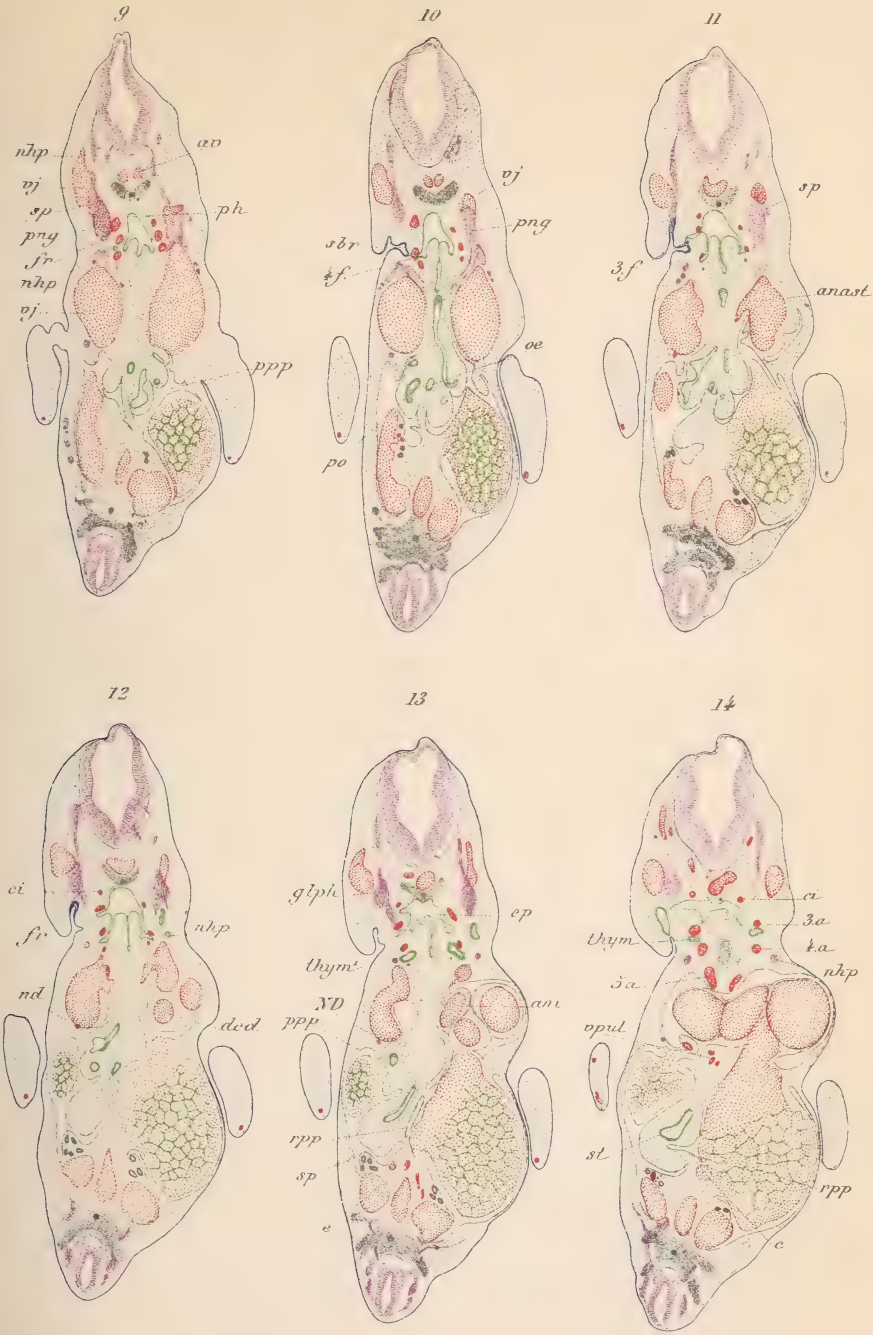
OXYTRICHA (dégénérescence sénile).

LEUCOPHRYS PATULA, etc.



EMBRYON HUMAIN

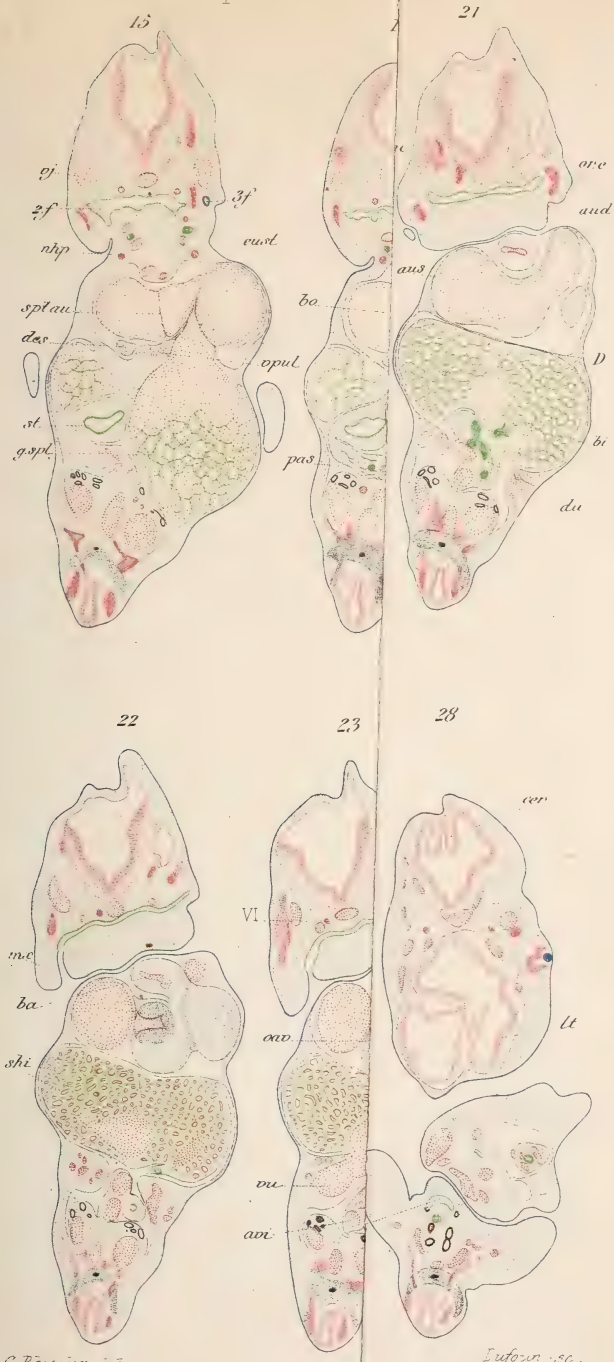
Reinwald editeur



C. Phisalix del. Dufour sc.

EMBRYON HUMAIN

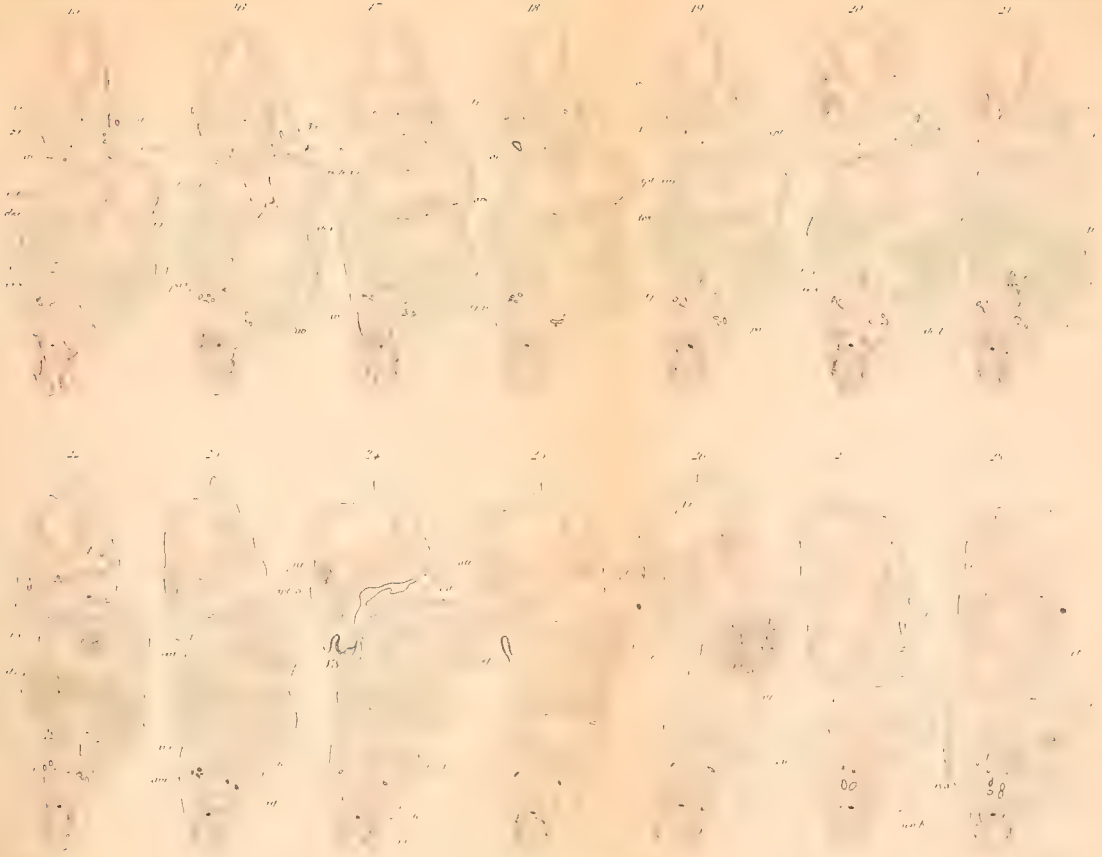
Réinwald editeur Becquet f^es Imp.



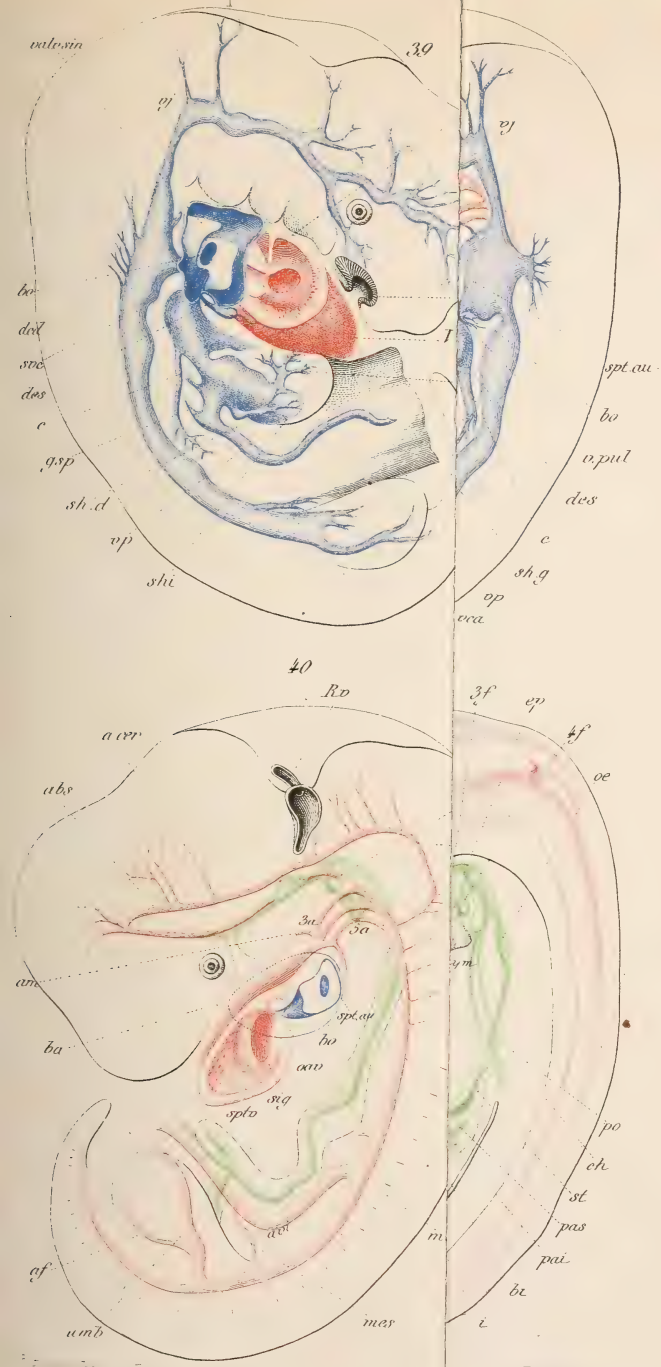
C. Phisalix del.

Lufour sc.

Imp. Lemercier.

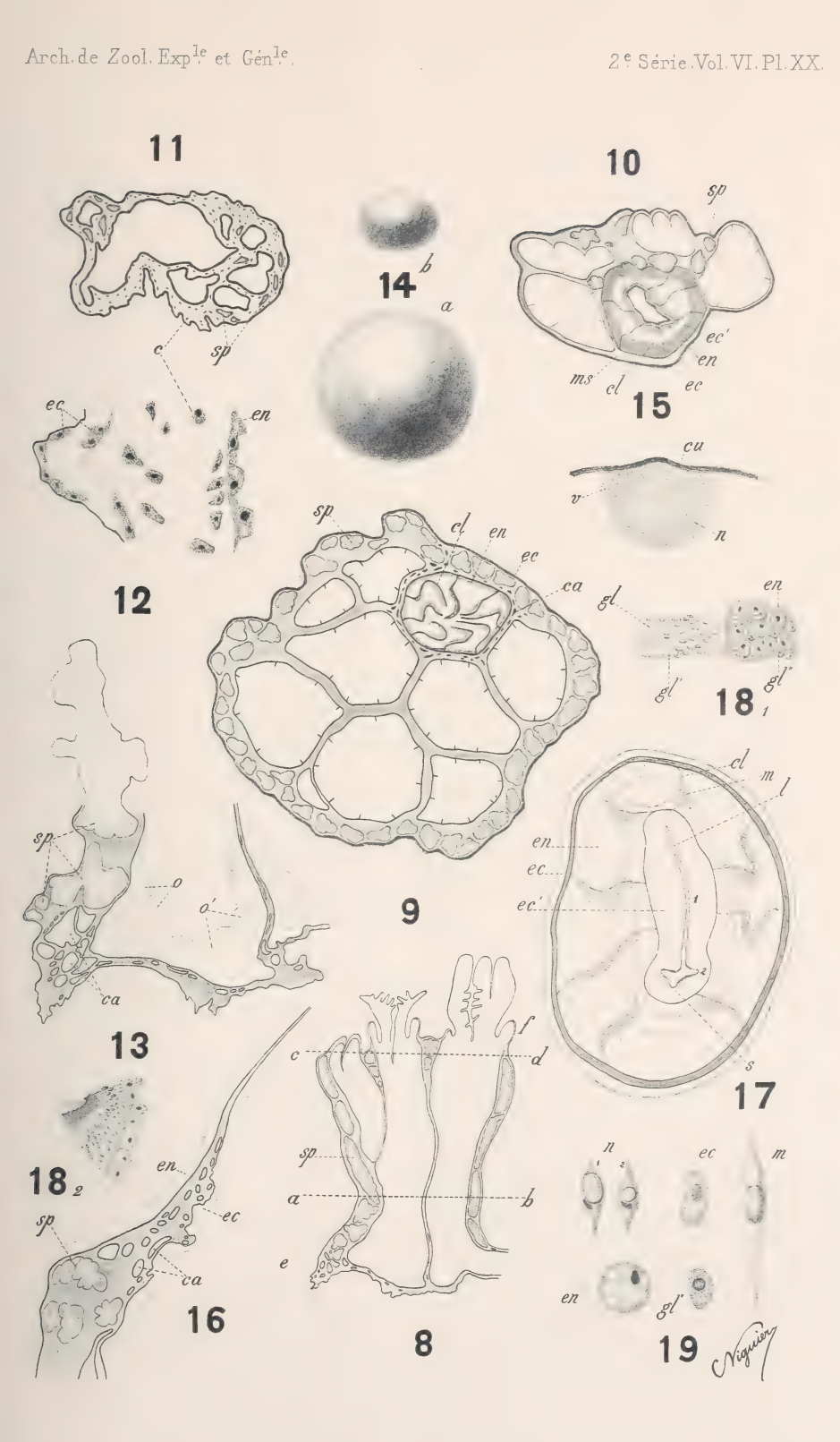


Imp Lemercier

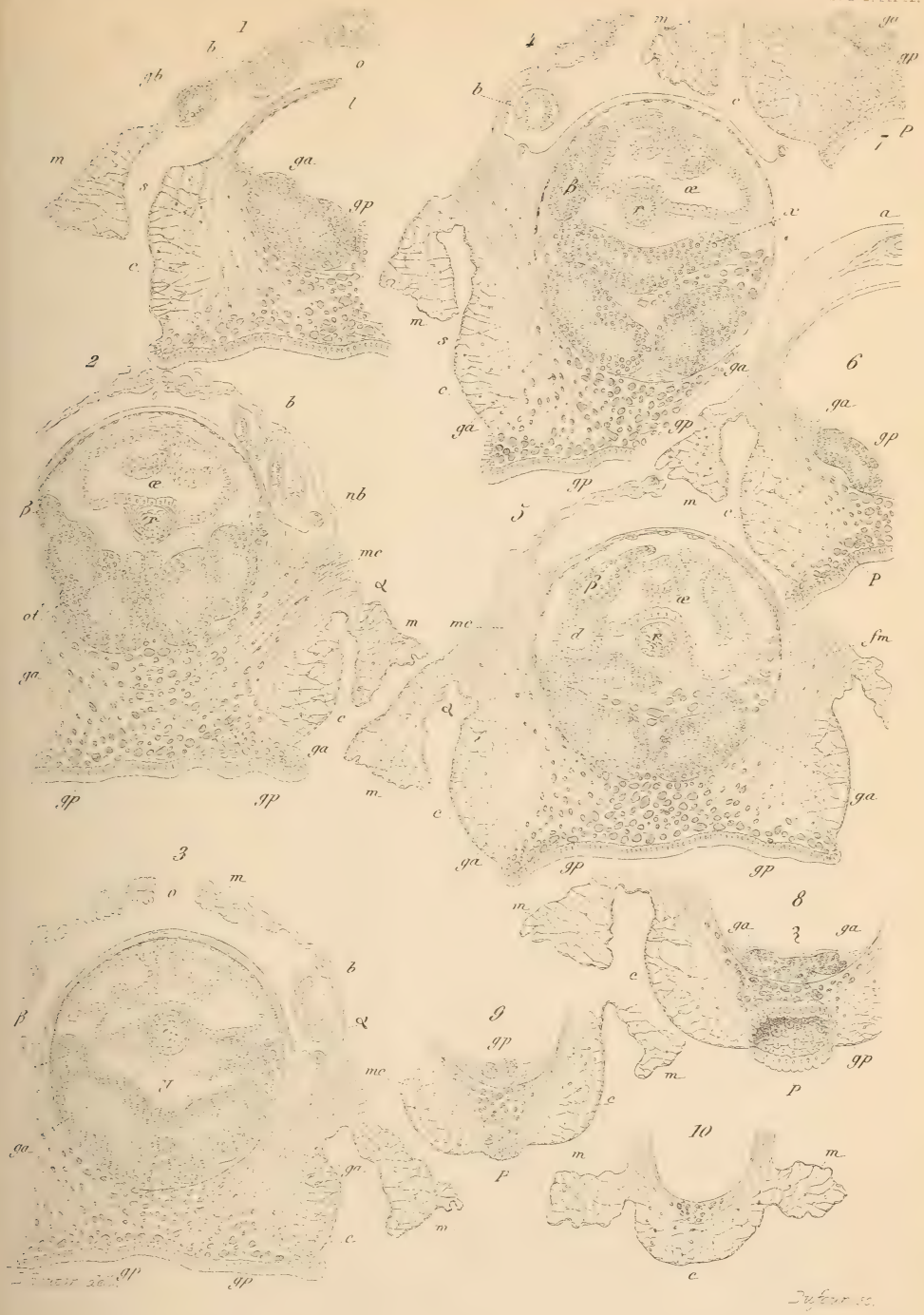

valv.sin
39
vj
vj
bo
dcd
svc
des
c
gsp
sh.d
vp
shi
I
spt.au
bo
v.pul
des
c
sh.g
vp
vca
40
Rv
3f
ep
4f
oe
a cer
abs
3a
5a
ym
am
spt.au
bo
ba
oav
sig
sptv
po
ch
st
pas
pai
bi
i
m
af
umb
mes

EMBRYON HUMAN

FASCICULARIA (Vig.) EDWARDSI (de Lac. Duth.)

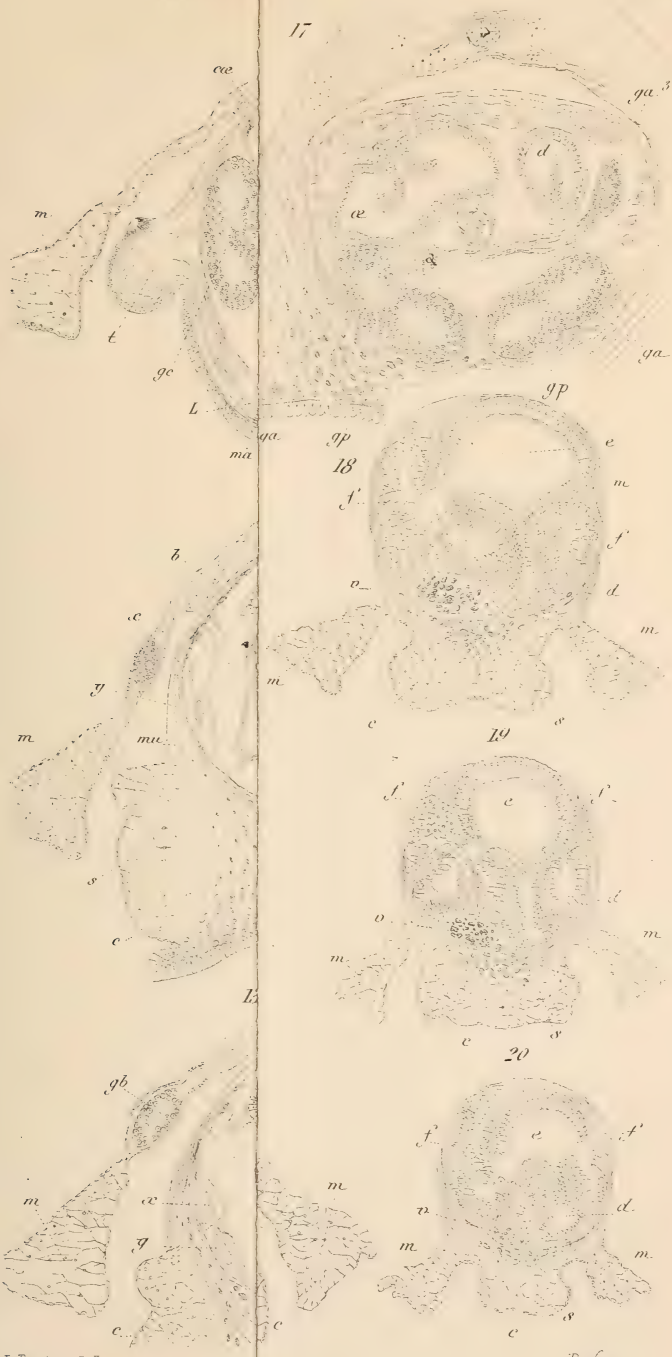


FASCICULARIA (Vig.) EDWARDSI (de Lac. Duth.)

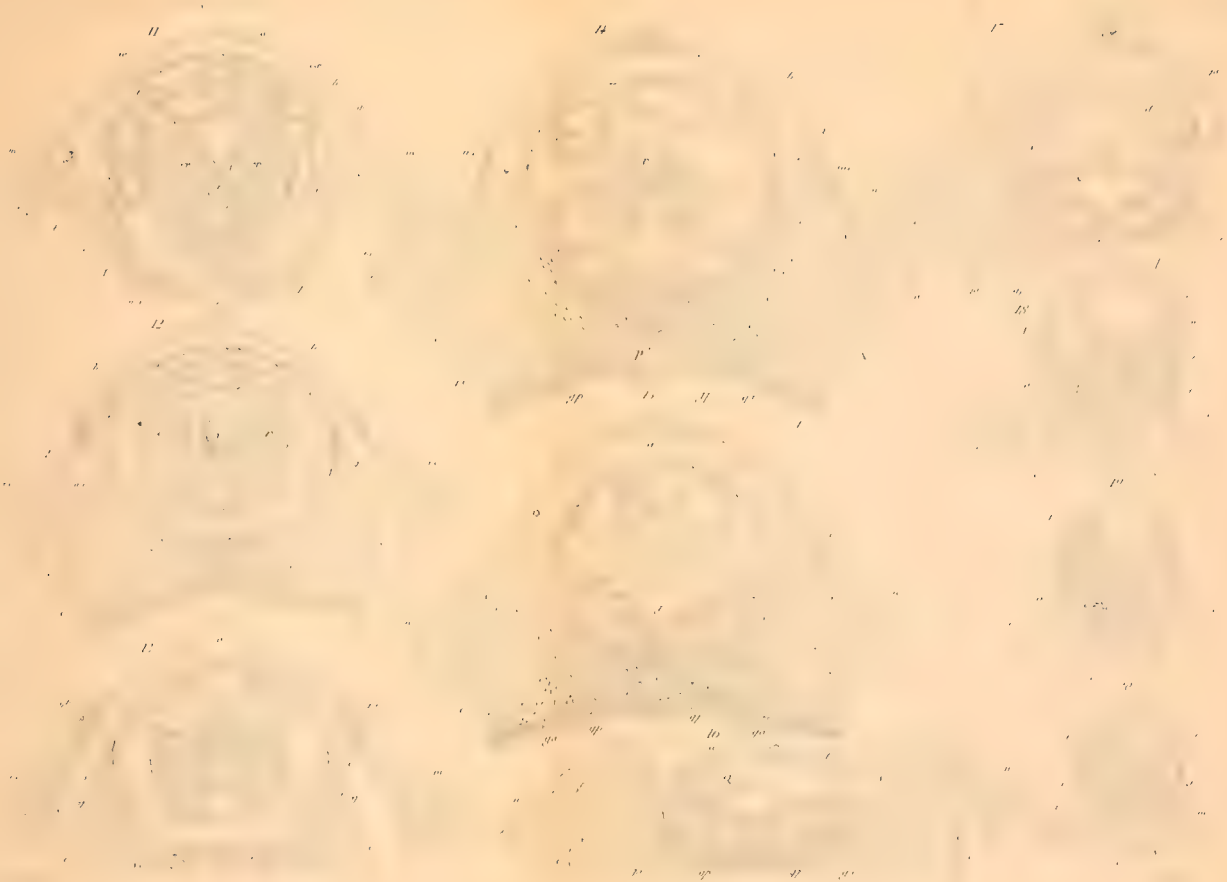


Coupes Transversales d'une Fissurelle Rimuliforme (Jeune)

Reinwald éditeur

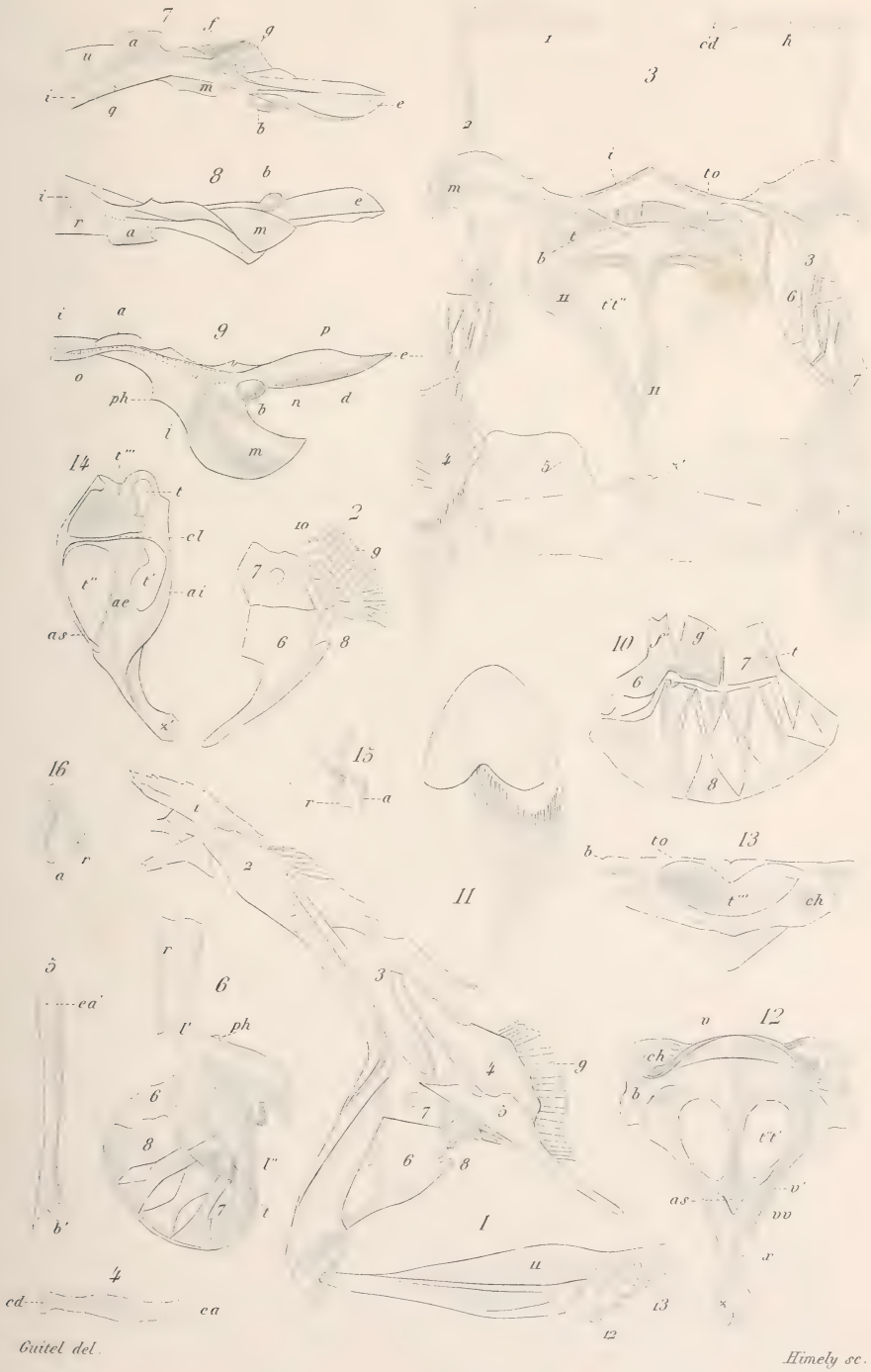


L. Boutan del.



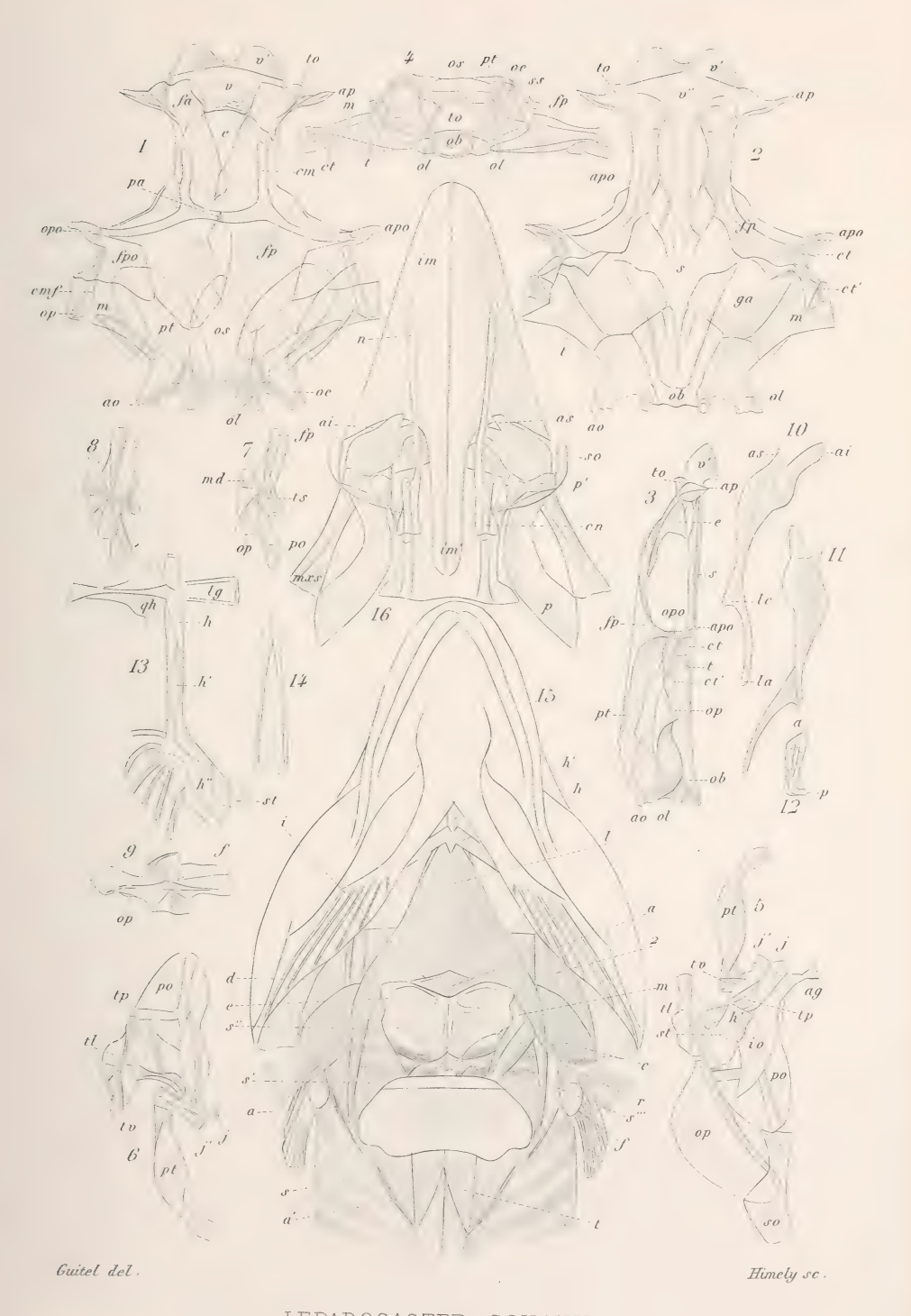
Coupes Transversales d'une Fissurelle Rimuliforme (Stade avancé)

Reinwald auteur



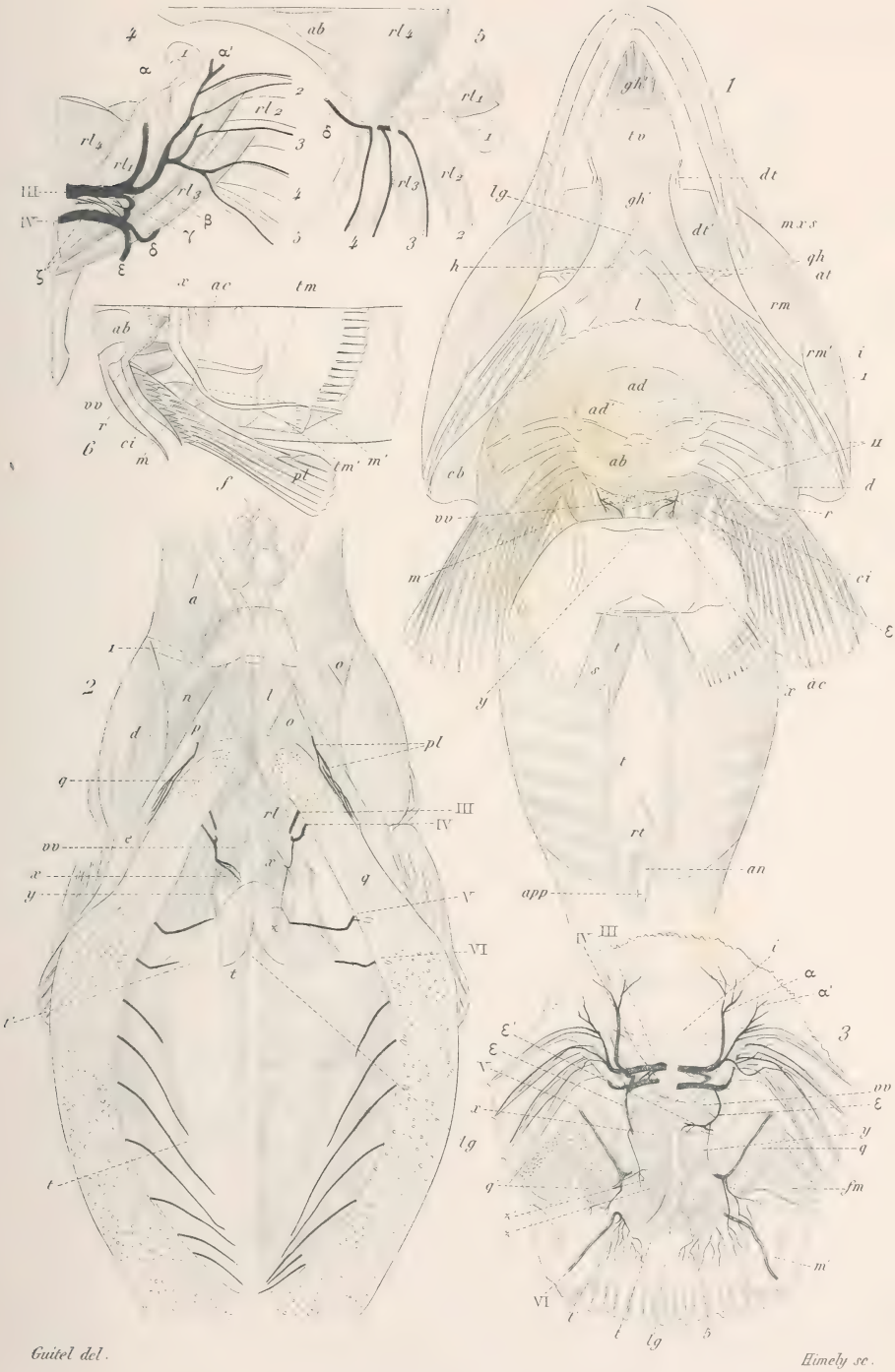
Guitel del. Himely sc.

LEPADOGASTER GOUANII.



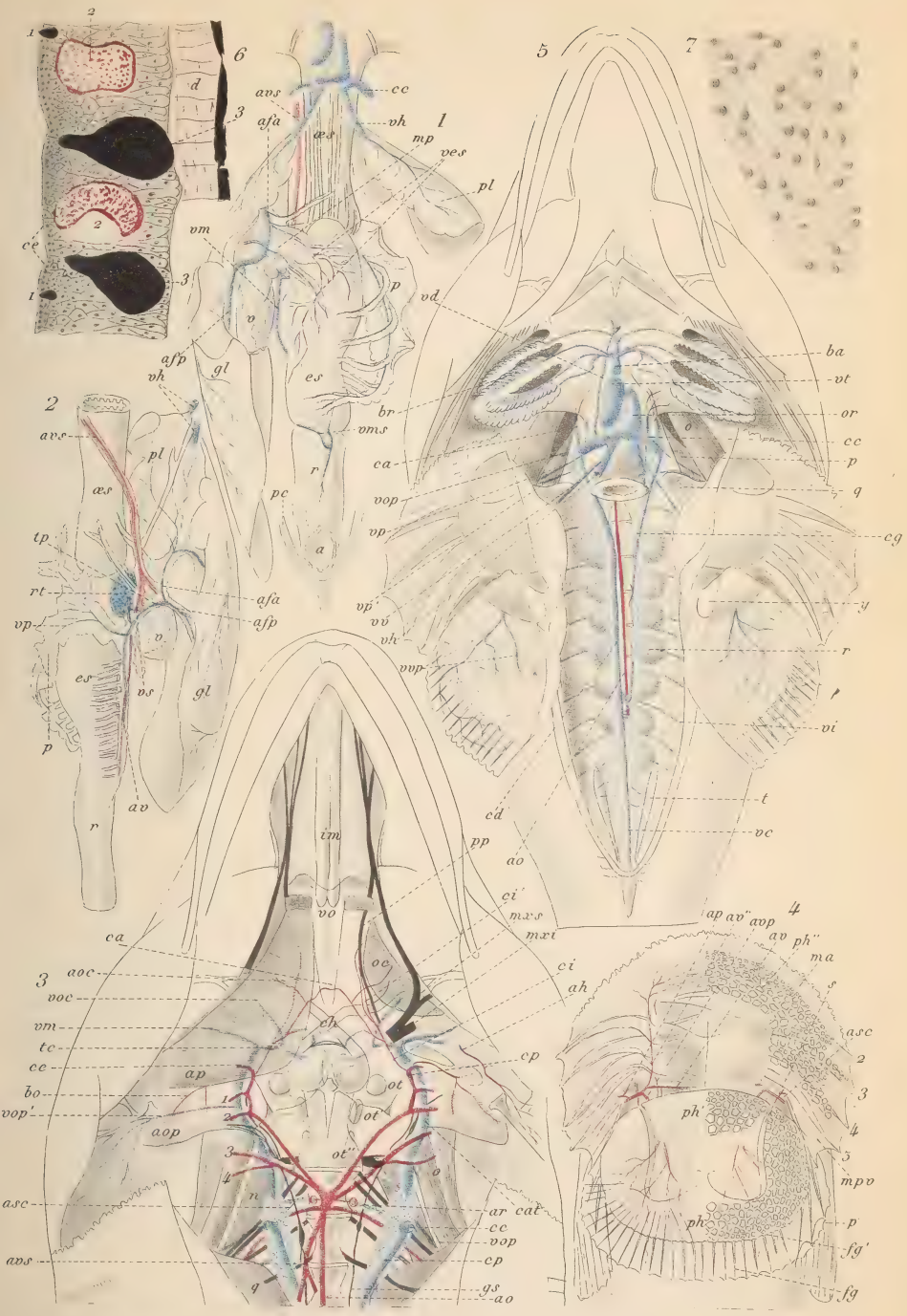
Guitel del. Himely sc.

LEPADOGASTER GOUANII.

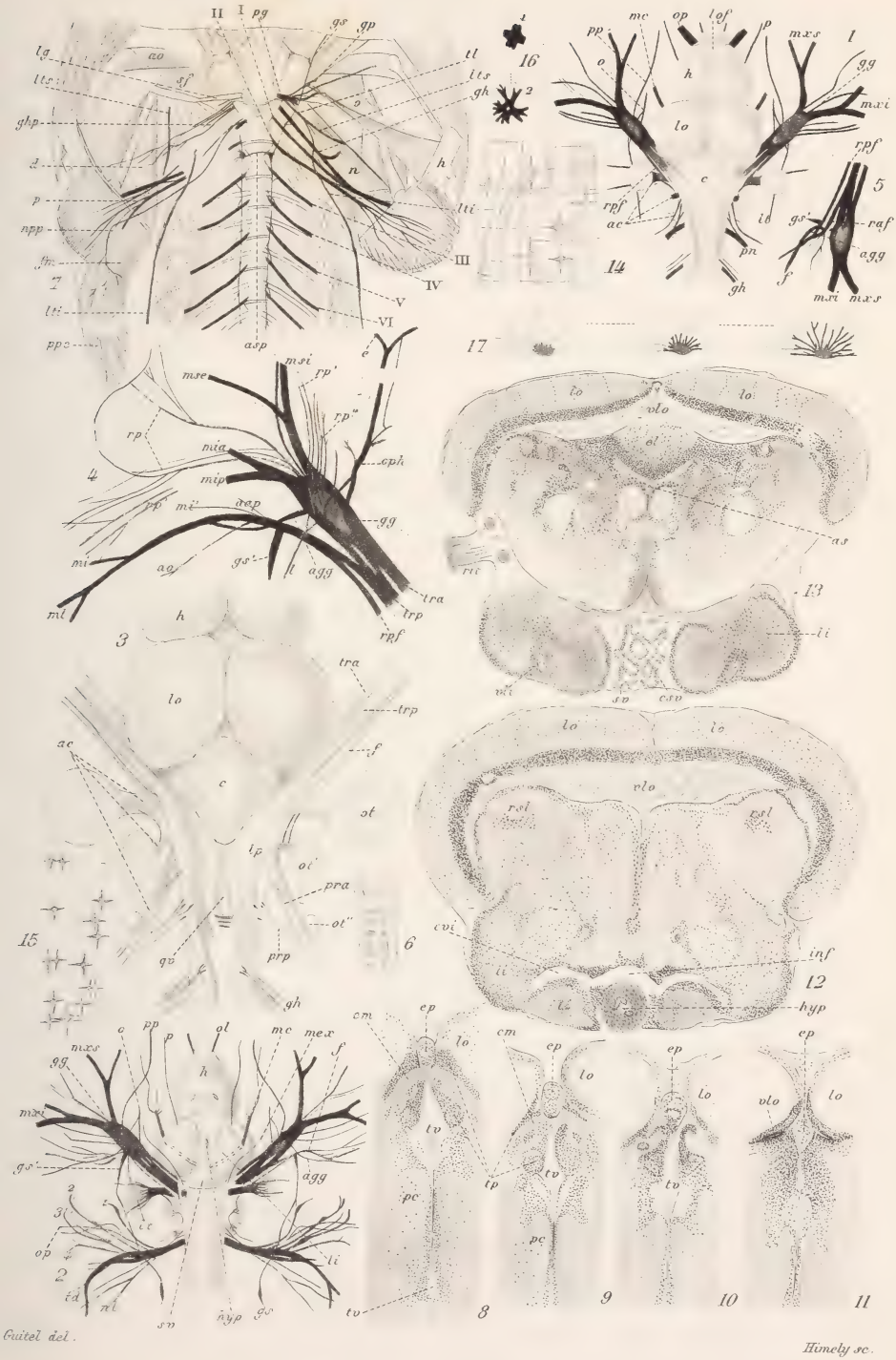


Guitel del. Himely sc.

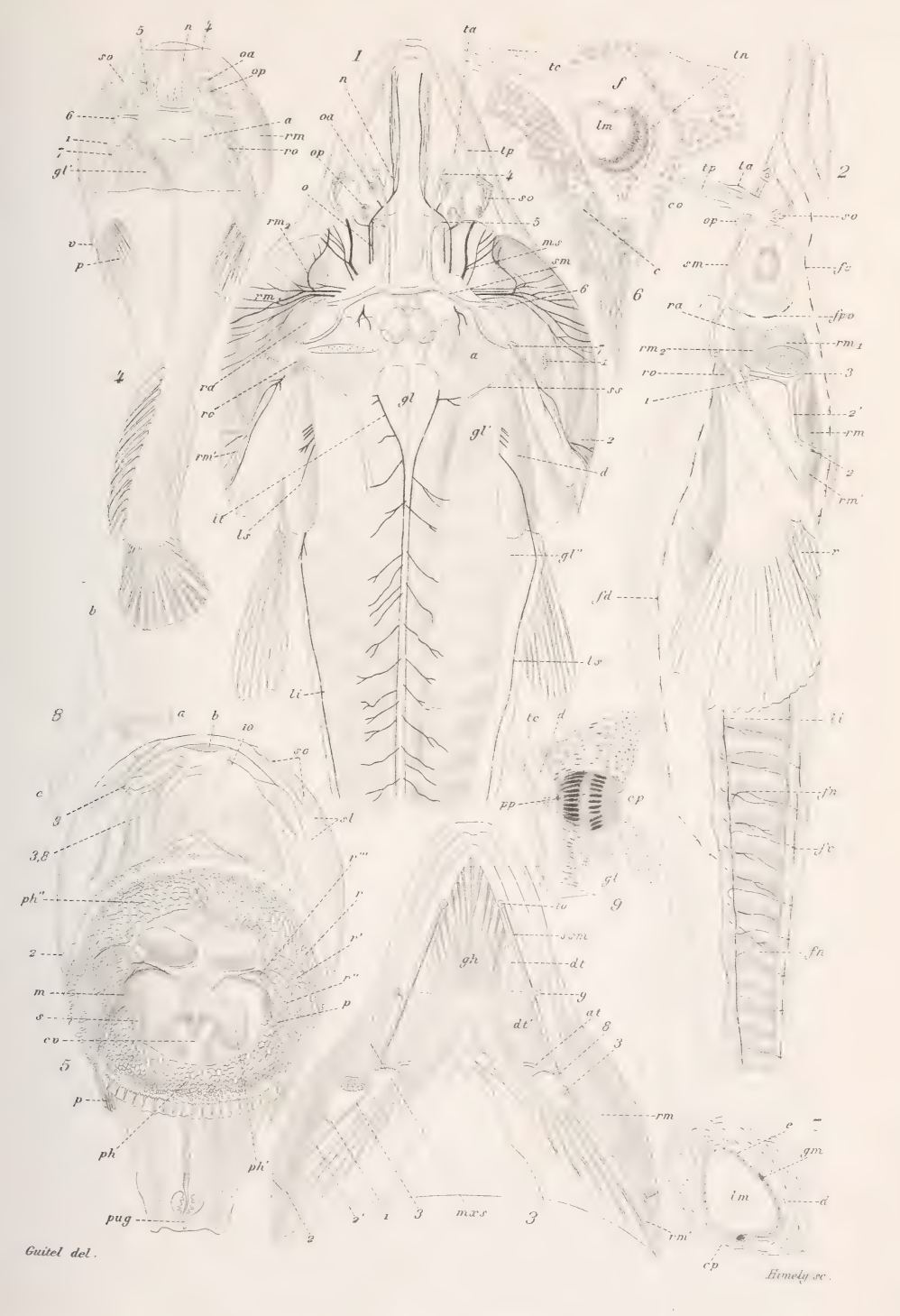
LEPADOGASTER GOUANII.



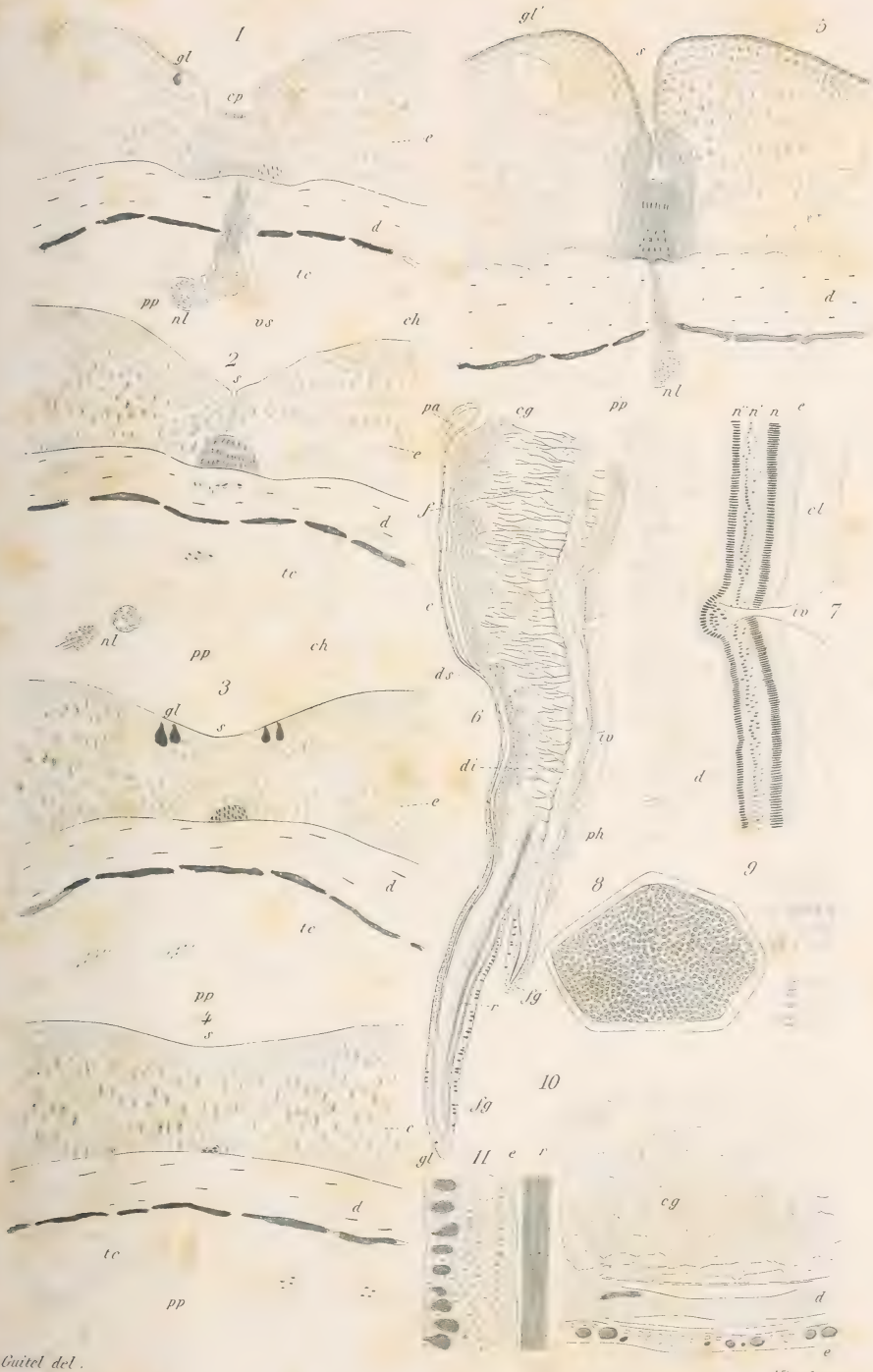
LEPADOGASTER GOUANII.



LEPADOGASTER GOUANII



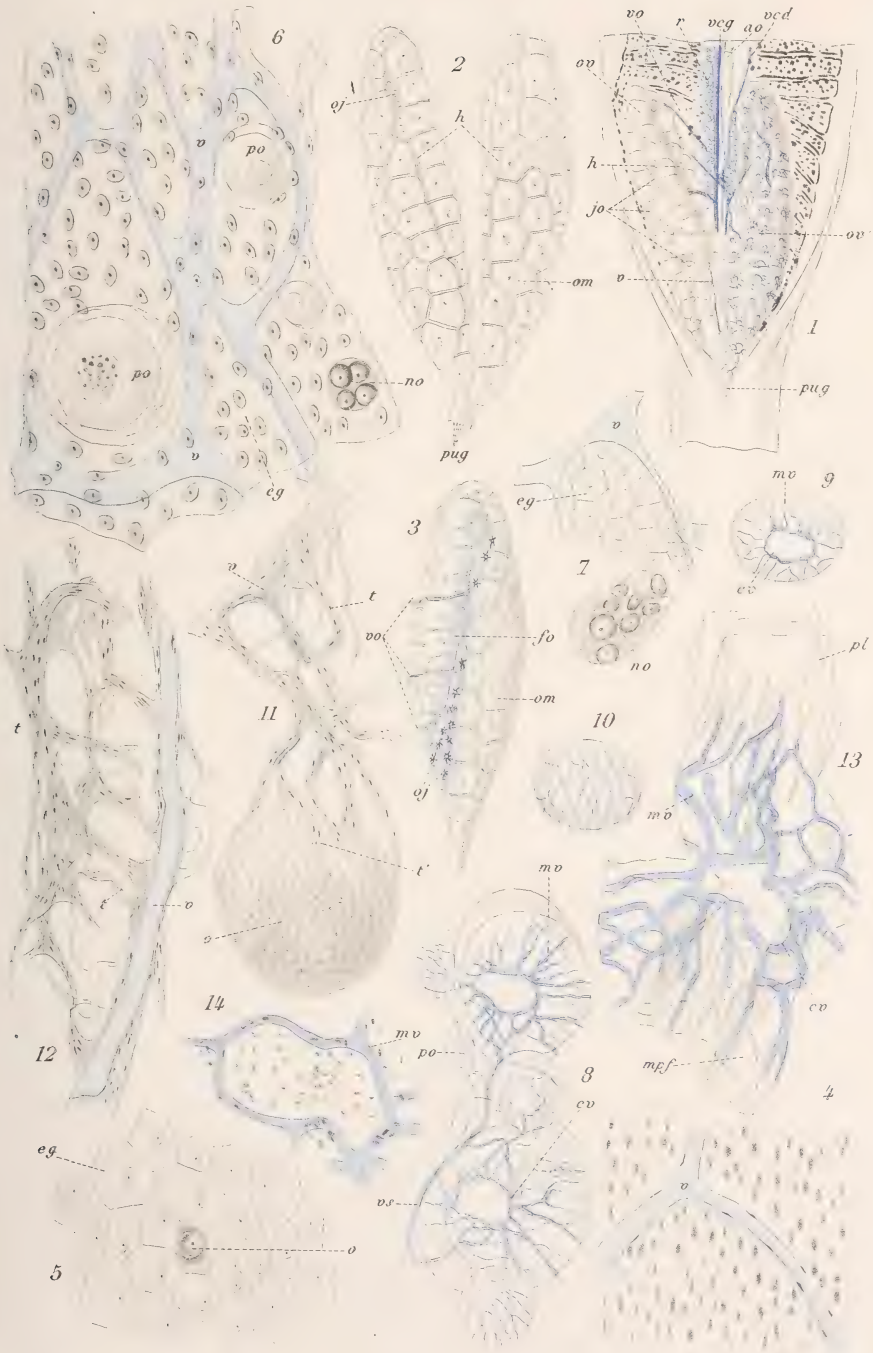
LEPADOGASTERS, GOBIESOX



Guitel del.

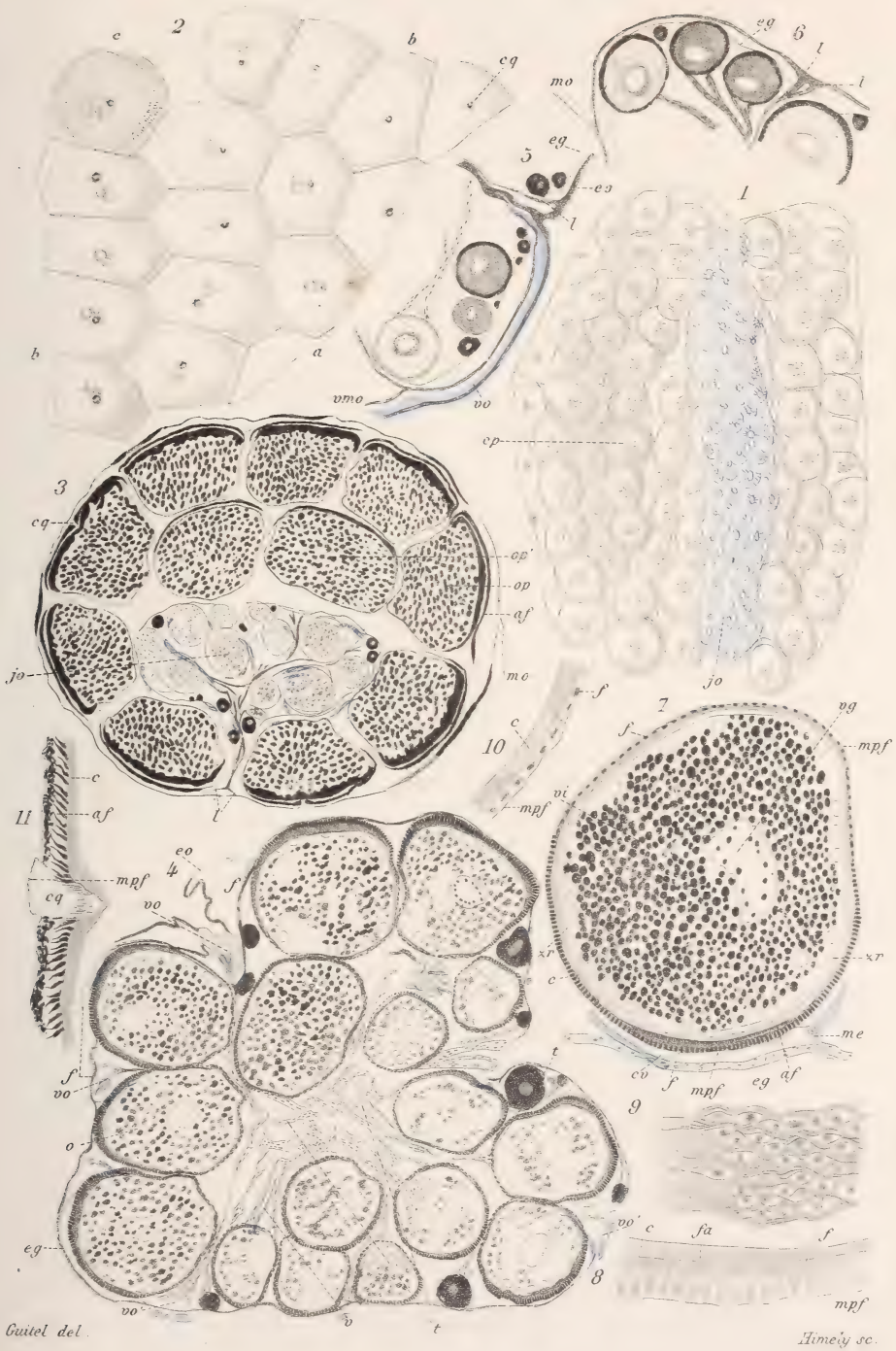
Himely sc.

LEPADOGASTER GOUANII.



Guitel del. Himely sc.

LEPADOGASTER GOUANII.



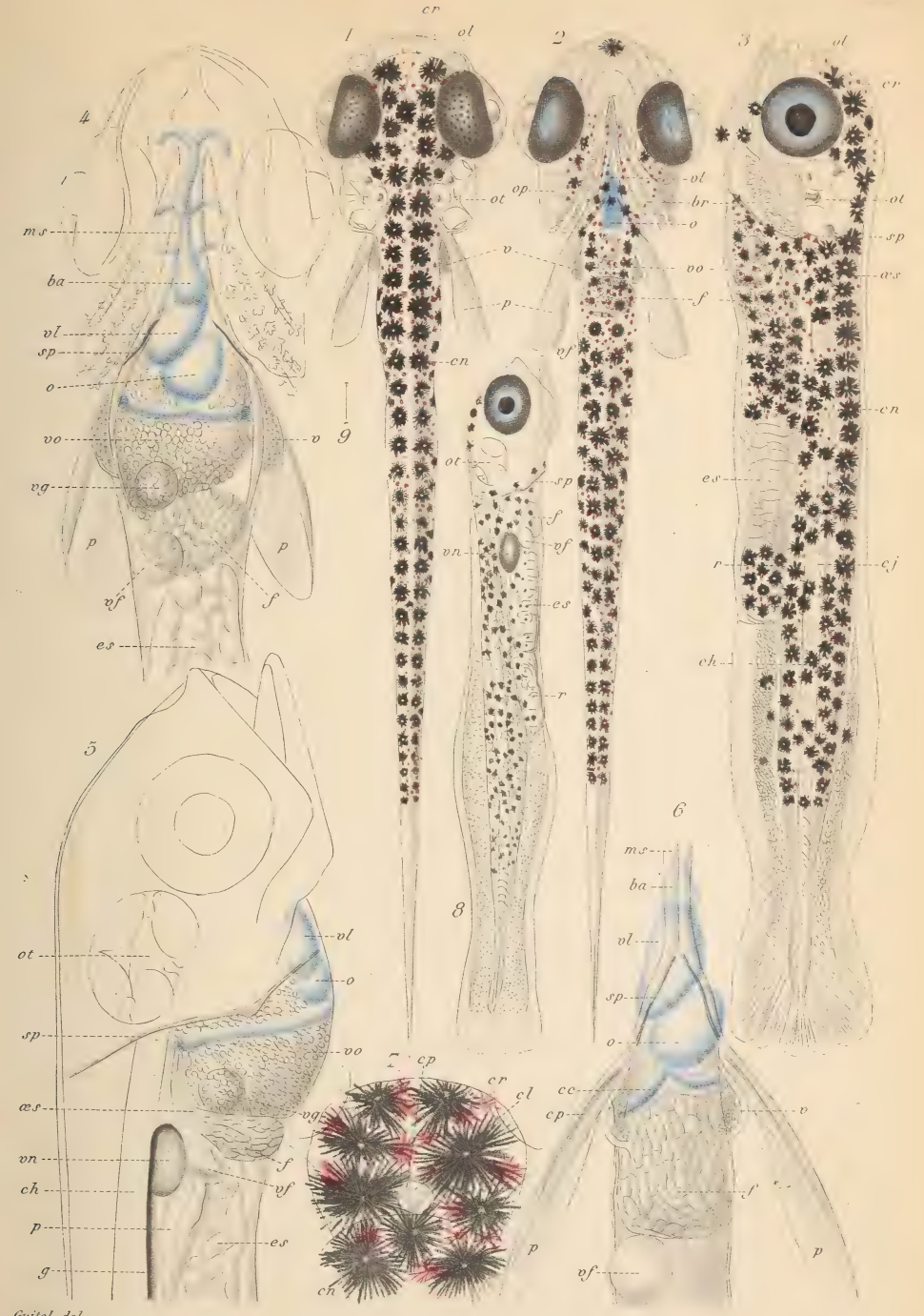
LEPADOGASTER GOUANII.

Cuitel del. Himely sc.

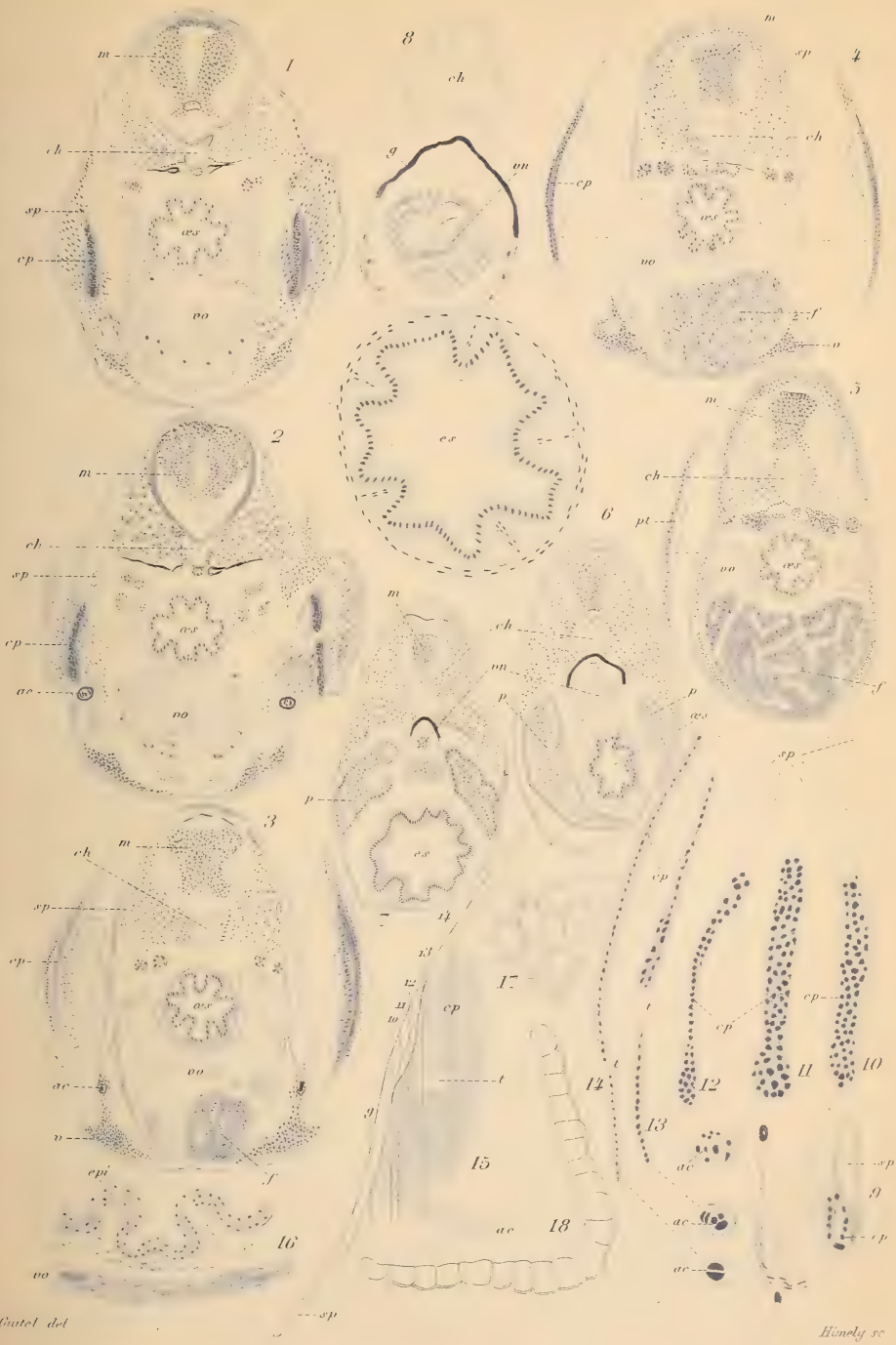
LEPADOGASTER GOUANII.

Guitel del. Himely sc.

LEPADOGASTERS.

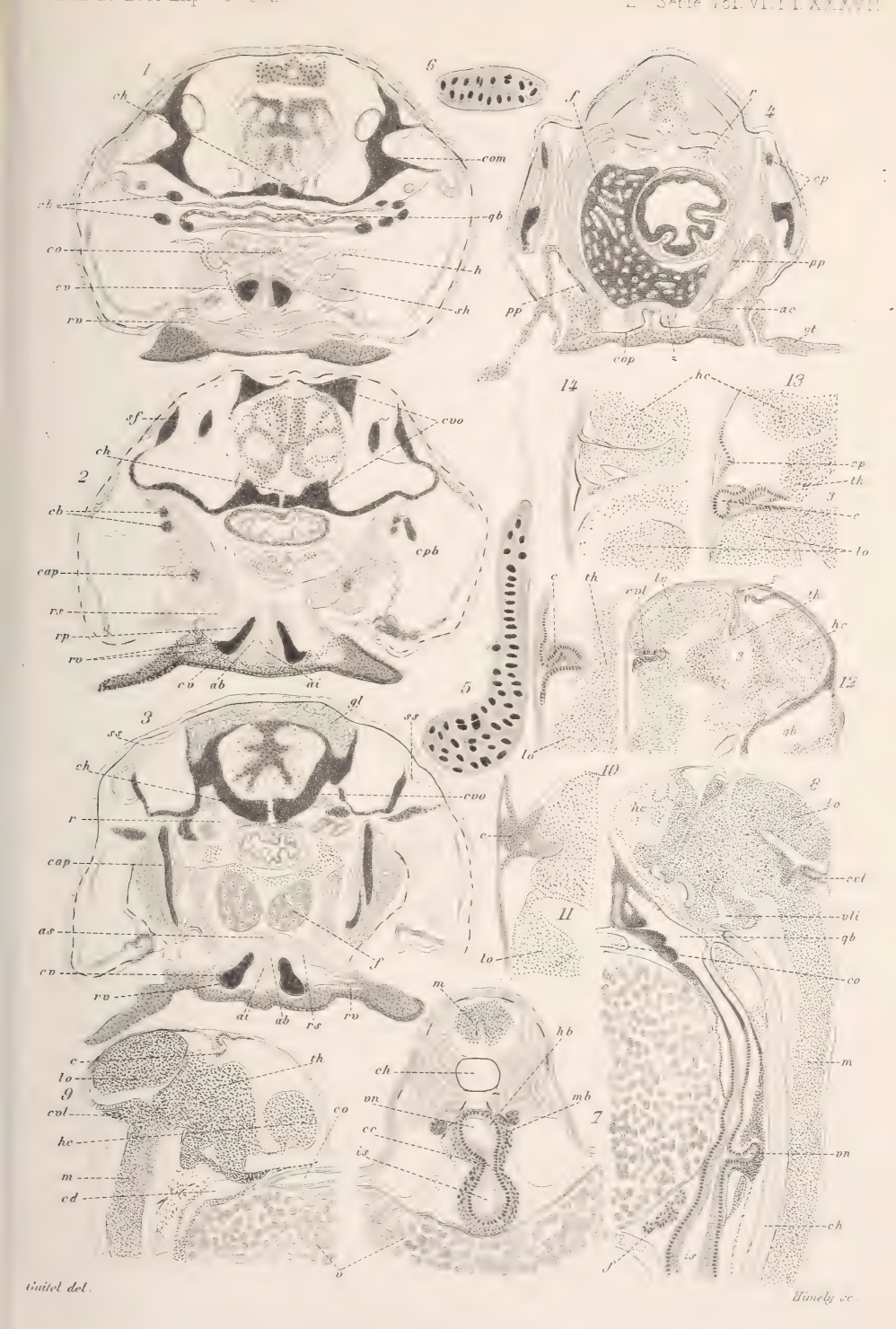


LEPADOGASTERS.



Gutel del

Hinely sc



LEPADOGASTERS

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01353 4342